

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

Г. С. Кульгейко, И. Н. Головко

ГИДРОПНЕВМОПРИВОДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы
мобильных и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2012

УДК 61-82-85(075.8)
ББК 34.447я73
К90

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 01.12.2011 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Обработка материалов давлением»
ГГТУ им. П. О. Сухого *В. Ф. Буренков*

Кульгейко, Г. С.
К90 Гидропневмоприводы технологических машин : лаборатор. практикум по одному. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / Г. С. Кульгейко, И. Н. Головки. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – 48 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Содержатся требования по технике безопасности при проведении лабораторных работ, требования к выполнению и оформлению отчетов. Приводятся необходимые для выполнения лабораторных заданий общие сведения, описание методики выполнения работ, порядок выполнения расчетов, схемы и описание лабораторных установок.

Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 61-82-85(075.8)
ББК 34.447я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2012

Оглавление

1. Общие указания по выполнению и оформлению лабораторных работ	5
1.1 Указания по технике безопасности.....	5
1.2 Указания по оформлению отчета.....	6
2. Лабораторная работа №1.....	7
Изучение гидравлического привода протяжного станка. Выбор тормозного устройства главного цилиндра протяжного станка 7Б56..	7
2.1 Общие сведения.....	7
2.2 Принцип действия.....	8
2.3 Гидропривод протяжного станка.....	9
2.3.1 Гидравлическая схема и работа гидропривода.....	9
2.3.2 Работа насосного агрегата.....	14
2.3.3 Первоначальный пуск.....	14
2.3.4 Описание режимов работы.....	14
2.3.5 Настройка гидросистемы.....	15
2.3.6 Требования к рабочей жидкости гидросистемы.....	16
2.4 Торможение главного цилиндра в конечных положениях .	16
2.4.1 Общие сведения.....	16
2.4.2 Расчет демпфирующего устройства.....	17
2.5 Порядок выполнения работы.....	20
2.6 Контрольные вопросы.....	21
3. Лабораторная работа № 2.....	22
Модернизация токарного вертикального патронного полуавтомата 1734П.....	22
3.1 Общие сведения.....	22
3.1.1 Назначение и область применения.....	22
3.1.2 Состав полуавтомата.....	22
3.1.3 Кинематическая схема станка.....	23
3.1.4 Общие сведения о поперечном и поперечном суппорте.....	25
3.1.5 Цилиндр зажима.....	26
3.2 Гидравлический привод станка.....	27
3.2.1 Состав гидропривода.....	27
3.2.2 Устройство и работа гидропривода и его составных частей.....	29
3.2.3 Работа блока подач левого поперечного суппорта.....	33
3.2.4 Работа блока подач правого крестового суппорта.....	33
3.3 Порядок выполнения лабораторной работы.....	34

3.4 Методические рекомендации для выполнения лабораторной работы.....	34
3.4.1 Варианты заданий к лабораторной работе	35
3.5 Контрольные вопросы.....	37
4. Лабораторная работа № 3.....	38
4.1 Общие сведения.....	38
4.1.1 Прессы для переработки пластмасс	38
4.1.2 Гидравлический привод прессы для переработки пластмасс	38
4.2 Система наполнения.....	42
4.2.1 Устройство и принцип работы клапана наполнения...	43
4.2.2 Монтаж и эксплуатация	45
4.2.3 Расчет элементов системы наполнения	46

1. Общие указания по выполнению и оформлению лабораторных работ

1.1 Указания по технике безопасности

Инструктаж по технике безопасности при работе в лаборатории проводится на первом лабораторном занятии. Студенты, не прошедшие инструктаж, к работе в лаборатории не допускаются.

При выполнении лабораторных работ на стендах, разработанных на кафедре «Гидропневмоавтоматика», следует соблюдать следующие правила:

1. Включение и выключение стендов производится преподавателями или лаборантами. При отсутствии преподавателя или лаборанта включение стендов и работа на них категорически запрещается.

2. В процессе проведения опыта студент, допущенный к выполнению работы, должен находиться на своем рабочем месте, указанном преподавателем или лаборантом. Студенты, не знающие устройства опытной установки и порядка выполнения работы, к выполнению лабораторного опыта не допускаются.

3. При проведении опыта запрещается выполнение действий, не предусмотренных в разделах «Порядок выполнения работы» или не разрешенных преподавателем или лаборантом.

4. По окончании опыта студент покидает рабочее место по указанию преподавателя или лаборанта.

При выполнении лабораторных работ на металлообрабатывающих станках, следует соблюдать следующие правила:

1. Запрещается студентам включать станки в сеть.

2. Перед включением станков в сеть учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязан проверить:

– исправность приспособления для закрепления детали;

– надёжность крепления инструмента;

– исправность гидравлической системы.

3. Строго соблюдать порядок и правила включения и пуска станка.

Перед пуском гидропривода убедиться в том, что гидроаппараты управления находятся в положении, исключающем перемещение механизмов с гидравлическим приводом при включении гидростанции; что контрольно-регулирующие аппараты (манометры, клапаны, дроссели, реле давления) находятся в нормальном состоянии.

4. Не разрешается работать при давлении в гидросистеме выше допустимого технической характеристикой на данный гидропривод.

5. Запрещается находиться в зоне действия подвижных органов станка.

6. После окончания работы станок отключить от электросети вводным пакетным выключателем. Вводный выключатель в этом случае снабжается табличкой «НЕ ВКЛЮЧАТЬ»

1.2 Указания по оформлению отчета

1. Оформление отчетов по лабораторным работам производится в соответствии с действующими стандартами, входящими в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

2. Отчет по каждой работе должен содержать:

- а) формулировку цели работы;
- б) основные схемы и их описание из теоретической части, основные формулы;
- в) схему установки;
- г) таблицу измерений и расчетов;
- д) графики зависимостей, цикловые диаграммы и выводы из результатов расчетов и экспериментов.

2. Лабораторная работа №1.

Изучение гидравлического привода протяжного станка. Выбор тормозного устройства главного цилиндра протяжного станка 7Б56.

Цель работы: изучить устройство протяжного станка модели 7Б56, работу гидравлической системы, способ торможения гидродвигателя, рассчитать тормозное устройство, выбрать стандартное тормозное устройство главного цилиндра станка.

2.1 Общие сведения

Протяжные станки по характеру работы делятся на станки для внутреннего и наружного протягивания, по расположению оси инструмента – на горизонтальные и вертикальные. В машиностроении большее распространение получили горизонтальные станки для внутреннего протягивания.

На рис. 1 показана схема протяжной операции.

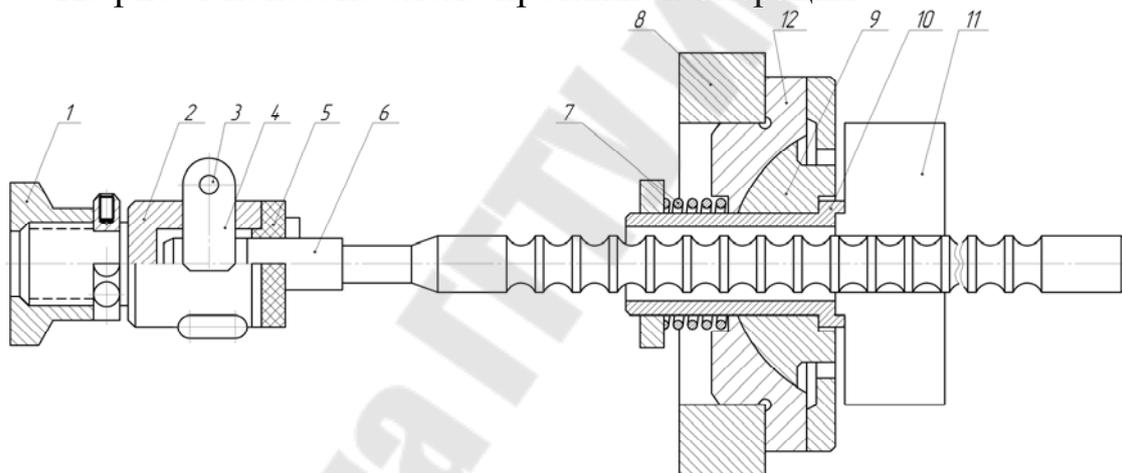


Рис. 1. – Схема протяжной операции

Хвостовик 6 протяжки пропускают через отверстие заготовки 11 и втулки 10 опорного приспособления, а затем закрепляют в патроне. Последний состоит из корпуса 2 и сменной втулки 5, с внутренним диаметром, соответствующим диаметру хвостовика. Протяжку закрепляют с помощью клина 4, фиксируемого поперечным штифтом 3. Хвостовик патрона ввернут в муфту 1 штока силового цилиндра протяжного станка. Заготовка 11 левым торцом упирается во втулку 10. Последняя вставлена в подвижную опору 9 приспособления и прижимается к ней с помощью сильной пружины 7. Подвижная опора своей выпуклой шаровой поверхностью контактирует с плитой 12, смонтированной в корпусе 8 станины станка. Когда шток силового

цилиндра вместе с патроном и протяжкой перемещается влево при неподвижном суппорте, происходит обработка отверстия.

На рис. 2 приведена схема горизонтального протяжного станка модели 7Б56.

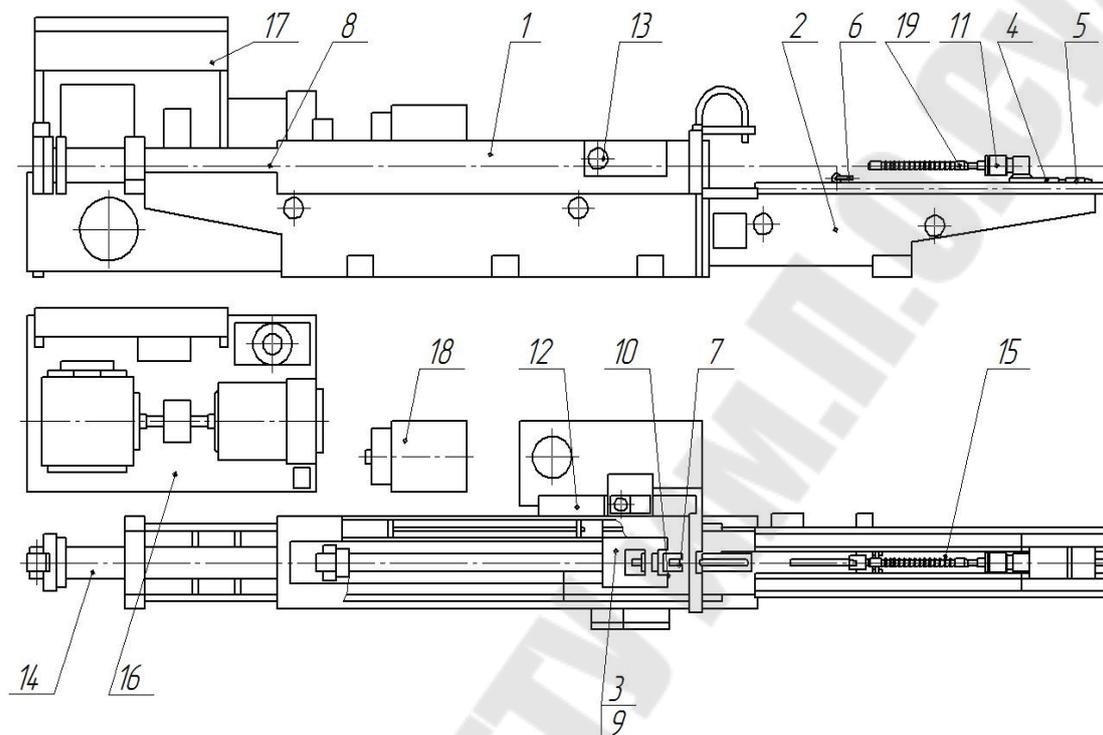


Рис. 2. – Схема горизонтального протяжного станка модели 7Б56:

1, 8 – станина; 2 – станина приставная; 3 – рабочий патрон; 4 – цилиндр вспомогательный; 5 – вспомогательные салазки; 6 – поддерживающий ролик; 7 – механизм захвата; 9 – шток цилиндра; 10 – приставная станина; 11 – вспомогательный патрон; 12 – механизм регулировки хода станка; 13 – механизм включения; 14 – цилиндр рабочий; 15, 19 – протяжка; 16 – установка насосная; 17 – гидрпанель; 18 – электрошкаф;

2.2 Принцип действия

Протяжка своим задним хвостовиком заводится во вспомогательный патрон, передний ее хвостовик поддерживается роликом. Обрабатываемая деталь или непосредственно одевается на переднюю часть протяжки, или закрепляется в специальное приспособление, которое установлено на рабочей поверхности опорной плиты станка.

Нажатием кнопки «Пуск цикла» начинается полный полуцикл. Осуществляется подвод протяжки. Протяжка, находясь своим задним хвостовиком во вспомогательном патроне, а передней частью на поддерживающем ролике, усилием вспомогательного гидроцилиндра перемещается к рабочему патрону. Передний хвостовик протяжки заходит в рабочий патрон, вспомогательный ролик в приставной станине в край-

нем переднем положении опускается, давая возможность вспомогательным салазкам с патроном в процессе рабочего хода поддерживать задний хвостовик протяжки и осуществлять полное сопровождение.

Окончание подвода режущего инструмента – сигнал для дальнейших движений станка. Начинается рабочий ход. В начале движения протяжка с обрабатываемой деталью неподвижна, движутся рабочие салазки с патроном. Патрон при своем движении сходит с упора, закрепленного на станине, и за счет пружины сжатия осуществляется поворот несущих кулачков в рабочее положение, обеспечивающее захват хвостовика протяжки.

Осуществив захват режущего инструмента, рабочий патрон, закрепленный на салазках, перемещает протяжку относительно неподвижной заготовки. Скорость устанавливается в соответствии с «Графиком режимов работы станка», что обеспечивает необходимую производительность станка.

Стоп полуцикла осуществляется после окончания рабочего хода и нажатия конечного выключателя «Стоп рабочего хода». После повторного нажатия кнопки «Пуск цикла» начинается полуцикл обратного хода и отвода протяжки. Во время обратного хода задний хвостовик протяжки заходит во вспомогательный патрон. Дальнейшим движением протяжки патрон сходит с упора и закрывается.

В конце обратного хода рабочие салазки утапливают поддерживающий ролик в основной станине, рабочий патрон беспрепятственно проходит до упора раскрытия рабочего патрона. Осуществляется раскрытие рабочего патрона и плавная остановка его на замедленной скорости. Окончание обратного хода дает команду на отвод протяжки.

Процесс протягивания сопровождается резкими изменениями нагрузки на привод, связанными с входом и выходом зубьев протяжки, поэтому с помощью гидравлического привода создают усилия и демпфируют колебания инструмента, вызванные большими переменными нагрузками при резании. При большой мощности привода обеспечивается высокий КПД его работы.

2.3 Гидропривод протяжного станка.

2.3.1 Гидравлическая схема и работа гидропривода

Основными элементами гидропривода станка 7Б56 (рисунок 3) являются: рабочий гидроцилиндр (Ц1), распределители Р2 и Р7 с гидравлическим управлением, предохранительные клапаны рабочего и

обратного хода (КП1 и КП2), регулируемый реверсивный аксиально-поршневой насос Н1, двухпоточный пластинчатый насос Н2, гидроцилиндр вспомогательной каретки Ц2.

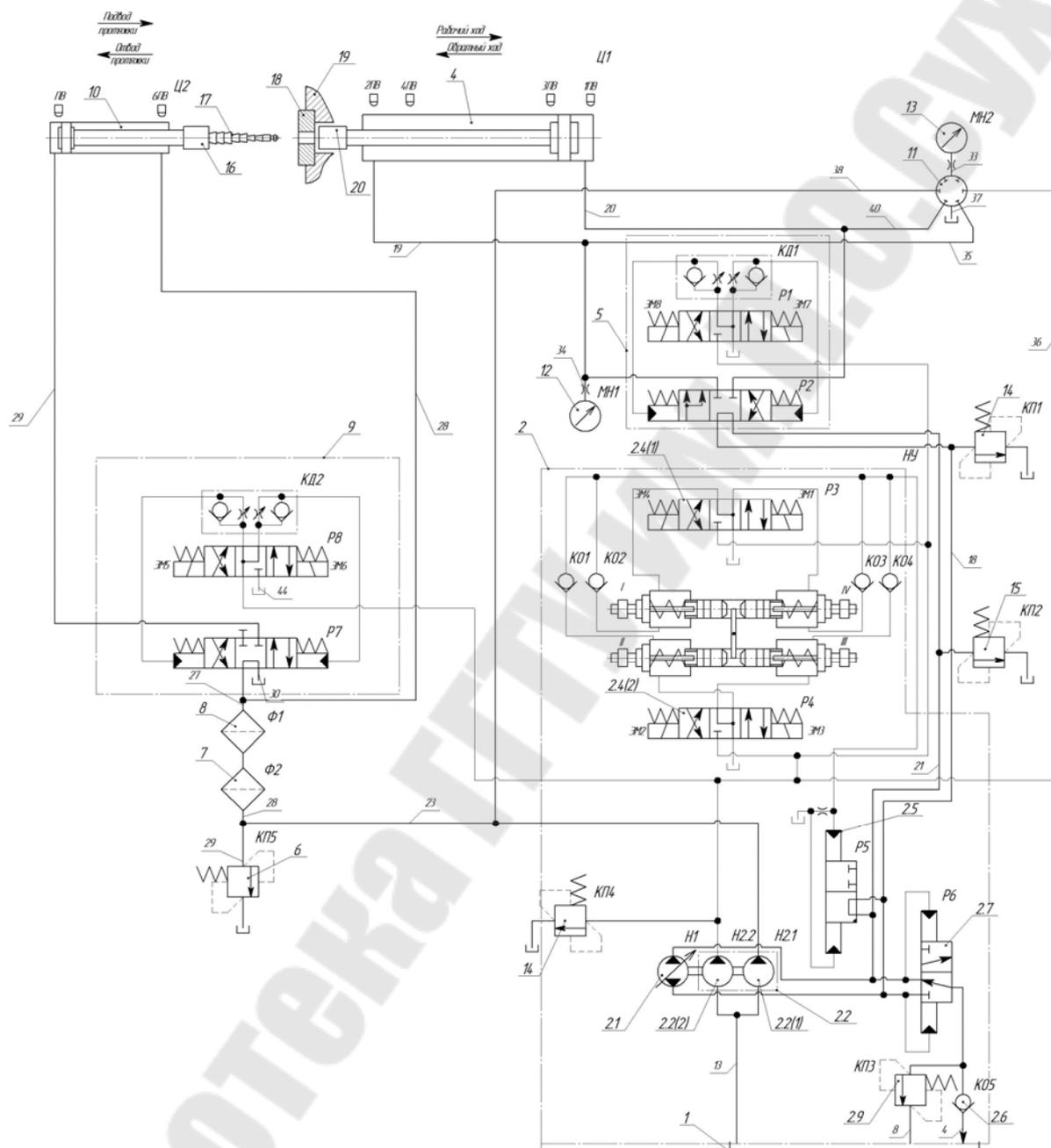


Рис. 3. – Принципиальная гидравлическая схема протяжного станка

Гидросхема показана в исходном положении, когда протяжка 17 закреплена в патроне 16 вспомогательной каретки. Заготовка 18 – на столе 19, а шток рабочего цилиндра Ц1 с патроном 20 для захвата протяжки находится в переднем положении.

Насос Н1 установлен в положение нулевой подачи, его выходной и входной каналы соединены между собой через нейтральное положение золотника распределителя Р2 и гидролинии 21 и 18 (насосная установка работает на холостом ходу).

Секция насоса Н2.2 поддерживает давление 1..1,5 МПа в линии 36 для питания схем управления Р2, Р7 и НУ. Это давление ограничивается настройкой клапана КП4. Секция Н2.1 подает масло по линии 23 через фильтры грубой Ф2, тонкой Ф1 очистки в линию 27 в напорную линию распределителя Р7, находящегося в среднем положении и затем на слив.

Итак, в исходном положении насос Н1 и секция Н2.1 разгружены, а секция Н2.2 поддерживает требуемое давление управления.

Рабочий цикл начинается с включения ЭМ6, распределитель Р7 переключается в положение «а», масло подводится под давлением в поршневую полость Ц2 через линию 29, т.к. линия 28 соединяет штоковую полость этого цилиндра с напорной линией распределителя Р7 из-за разницы площадей штоковой и поршневой полостей находящихся под одним давлением происходит выдвигание штока гидроцилиндра Ц2 в сторону путевого переключателя 6ПВ. Такое включение гидроцилиндра Ц2 называется дифференциальным. Схема дифференциального включения гидроцилиндра позволяет получать при выдвигании скорость штока значительно больше, чем при использовании обычной схемы подключения за счет суммирования расходов от насоса и расхода из штоковой полости возникающего при выдвигании штока. Шток при движении перемещает вспомогательную каретку с патроном 16 и протяжкой 17. Протяжка входит в предварительно обработанное отверстие заготовки 18 и передний хвостовик протяжки захватывается патроном 20. Включаются электромагниты ЭМ8 распределителя Р2 и ЭМ1 механизма управления насоса Н1. Распределитель Р2 переключается в положение «б», линия 18 соединяется с линией 19, а линия 21 – с линией 20. Насос устанавливается в положение, при котором под давлением масло нагнетается в линию 21 и далее через Р2 и линию 19 – в штоковую полость цилиндра Ц1, патрон 20 и протяжка 17 перемещаются вправо и происходит обработка заготовки основными режущими зубьями протяжки. При этом хвостовик протяжки 17 выходит из патрона 16. Перед входом калибрующих зубьев протяжки отключается ЭМ1 и включается ЭМ3. Направление подачи насоса Н1 не меняется, а величина подачи уменьшается. Соответственно скорость и подача заканчивает обработку на замедленной

скорости для получения требуемого качества обработки. Во время рабочего хода масло из поршневой полости Ц1 через линию 20, распределитель Р2 и линию 18 частично поступает в насос Н1, а остальной расход через распределитель всасывания Р6 (в верхнем положении), клапан КП3 и линию 1 сливается в бак.

Регулировкой клапана КП3 создается противодействие в поршневой полости цилиндра Ц1 для демпфирования колебаний от переменных нагрузок при резании. В конце рабочего хода электромагниты ЭМ3 и ЭМ8 выключаются, распределитель Р2 переключается в среднее положение насос Н1 работает в режиме нулевой подачи.

Когда обработанную деталь снимают со станка, дается команда на включение электромагнитов ЭМ2 и ЭМ7. Распределитель Р2 переключается в положение «а» («Р» соединяется с «а» и «b»), а насос начинает подавать масло в обратном направлении, т.е. масло под давлением нагнетается в линию 18 и через Р2 подводится одновременно к линиям 19, 20 и соответственно в штоковую и поршневую полости цилиндра Ц1. Цилиндр оказывается включенным по дифференциальной схеме и шток с патроном и протяжкой перемещается влево. Происходит обратный ход протяжки со скоростью до 20 м/мин. При этом насос частично всасывает масло из бака через клапан КО5.

Распределитель Р7 переключается в «b», линия 29 соединяется со сливом, поршень цилиндра Ц2 перемещает вспомогательную каретку влево, протяжка отводится в исходное положение. При этом электромагнит ЭМ5 отключается, распределитель Р7 устанавливается пружинами в среднее положение и насос Н2.1 разгружается (линия 23 соединяется со сливом).

Клапан КП1 ограничивает давление во время протягивания (8 ... 9 МПа), клапан КП2 ограничивает давление во время обратного хода, а клапан КП5 – ограничивает давление в схеме привода вспомогательной каретки.

Основные особенности гидросхемы станка:

– регулирование скорости рабочего и обратного хода протяжки проводится объемным способом – изменением подачи регулируемого реверсивного насоса;

– демпфирование колебаний скорости движения протяжки при резких изменениях нагрузки от входа и выхода зубьев протяжки осуществляется дросселированием только части потока, вытесняемого из рабочего цилиндра, что вместе с объемным регулированием скорости

позволяет получить привод с достаточно высоким КПД при мощностях до 50 кВт.

Гидросхема обеспечивает работу станка на следующих циклах:

- полный полуцикл, который включает «Подвод протяжки – настроенный рабочий ход – замедленный рабочий ход – стоп»;
- простой полуцикл, который включает: настроенный рабочий ход – замедленный рабочий ход – стоп»;
- наладочный режим, который включает «Подвод протяжки – стоп, отвод протяжки – стоп, рабочий ход – стоп, обратный ход – стоп».

В гидроприводе станка 7534 используется насос 2Г13-35А работа которого описана ниже.

Ниже приведены циклограмма для полного полуцикла (рис.4) и таблица 1 включения электромагнитов согласно циклограмме работы станка.



Рис. 4. – Циклограмма протяжного станка

Порядок включения электромагнитов согласно циклограмме работы станка показан на рис.5

Наименование операции	Электромагниты								Начало операции	Конец операции
	ЭМ1	ЭМ2	ЭМ3	ЭМ4	ЭМ5	ЭМ6	ЭМ7	ЭМ8		
Подвод протяжки						X			КЧ; 2ПВ	6ПВ
Настроенный рабочий ход		X		X				X	6ПВ	3ПВ
Замедленный рабочий ход		X							3ПВ	1ПВ
Настроенный обратный ход	X		X					X	КЧ; 1ПВ	4ПВ
Замедленный обратный ход	X								4ПВ	2ПВ
Отвод протяжки					X				2ПВ	6ПВ

Рис.5. – Порядок включения электромагнитов

2.3.2 Работа насосного агрегата

Насос 2Г13-35А установленный на станке, а также однотипные Г13-35А, 2Г13-35А, 2Г13-35АС, 2Г13-35АСП являются аксиально-поршневыми насосами с торцовым распределением. Всасывание и нагнетание рабочей жидкости происходит за счет возвратно-поступательного движения плунжеров. Регулирование подачи осуществляется механизмом управления.

Электрогидравлический механизм управления насосов 2Г13-35А, 2Г13-35АС, 2Г13-35АСП, работающий от пластинчатого насоса БГ2-41 или 10БГ12-41, дает возможность настройки двух различных подач на каждой полости. При этом насос может работать как в постоянном, так и в циклическом режиме с реверсированием потока. Регулирование подачи – бесступенчатое.

2.3.3 Первоначальный пуск

Перед пуском насосов систему гидропривода необходимо тщательно проверить. Первоначальный пуск насоса главного привода должен быть произведен при настройке, равной 0,25 его номинальной производительности. Перед пуском вал насоса необходимо проверить вручную и убедиться в отсутствии заедания его ротора. Первоначальный пуск должен быть дан в толчковом режиме с немедленной подачей сигнала «стоп», при этом проверить направление вращения вала насоса в соответствии со стрелкой на корпусе. Далее пускают насос на 1-2 минуты при этом необходимо удостовериться, что насос засосал масло. Затем проверяется правильность направления вращения пластинчатого насоса вспомогательного привода. На станке установлен пластинчатый насос правого вращения (т.е. вращение по часовой стрелке, если смотреть со стороны приводного вала).

Убедившись в нормальной работе насосов, необходимо в наладочном режиме несколько раз прогнать рабочие салазки для заполнения маслом полостей рабочего гидроцилиндра и удаления их них воздуха. При нормальной работе механизмов станка в наладочном режиме, переходит на проверку его работы на полном или простом полцикле.

2.3.4 Описание режимов работы

Пуск гидронасосов осуществляется от электродвигателей нажатием кнопки «Пуск» на пульте управления. При включении насоса

главного привода все 4 электромагнита механизма управления. Бок насоса установлен в нейтральном положении и имеет нулевую производительность. Обе полости насоса через нулевой золотник, а для станков моделей 7Б56, 7Б56У, 7Б57 дополнительно и напорный золотник, соединены между собой, благодаря этому компенсируются возможная неточность настройки положения насоса, и исключается самопроизвольное движение рабочих салазок. Пластинчатый насос вспомогательного привода через фильтры тонкой и грубой очистки и гидрораспределитель 6-й схемы пополнения без давления разгружается на слив в бак.

Настроенный быстрый обратный ход продолжатся до включения путевого выключателя, который даёт команду на отключение одного магнит-насоса и уменьшения его производительности. Имеет место замедление в конце хода.

В случае работы на простом полцикле в работе участвует механизм подвода и отвода протяжки.

В наладочном режиме для наладки станка гидросхема позволяет самостоятельное управление движениями рабочих и вспомогательных салазок.

2.3.5 Настройка гидросистемы

Станок поставляется настроенным на номинальное тяговое усилие, скорость резания 6 м/мин (для станка модели 7Б57 – 10...12 м/мин).

Предохранительные клапаны насоса главного привода настроены:

- на рабочий ход 95...100 кГс/см²;
- на обратный ход 55...60 кГс/ см².

Давление управления составляет:

- для аксиально-поршневого насоса 25...40 кГс/ см²;
- для радиально-поршневого насоса 12...16 кГс/ см².

Оптимальная величина противодействия (подпора) в обратной полости настроена в пределах 4...10 кГс/ см².

Не рекомендуется производить перенастройку клапанов давления отличную от указанных.

Контроль давления в основном и вспомогательных гидроприводах осуществляется по манометру с установкой золотника включения

манометра в нужное положение, соответствующее табличке – указателю, закрепленной на гидропанели станка.

Изменение скорости рабочего и обратного хода салазок производится винтами механизма управления насоса (рисунок 3).

2.3.6 Требования к рабочей жидкости гидросистемы

В гидроприводе станка применяется масло Турбинное Т22 ГОСТ 32-74 или ВНИИНП-403 ГОСТ 16728-71.

Масло, заливаемое в бак, должно быть отфильтровано от посторонних частиц размером, не более 0,025 мм, быть свободным от воды, кислот, смолистых соединений, механических и химических примесей.

Заливку масла производить через заливочный фильтр, (расположенный на верхней плите бака) до верхней отметки указателя уровня, с последующим добавлением масла после заполнения гидросистемы станка при пуске насосов. После заполнения бака заливочное отверстие тщательно закрыть. Объём заливаемого масла 1250 л. Пролитое масло необходимо немедленно удалить.

2.4 Торможение главного цилиндра в конечных положениях

2.4.1 Общие сведения

Для безударной остановки исполнительных механизмов машин, движущихся со значительной скоростью, необходимы тормозные устройства. Выходное звено двухпозиционных приводов тормозят специальными дросселями, встраиваемыми демпферами и автономными гидроамортизаторами.

Для торможения объемных приводов применяют гидроамортизаторы с постоянным или переменным внутренним проходным сечением.

Гидроамортизаторы с переменным по ходу штока внутренним проходным сечением конструктивно сложнее, но обеспечивают постоянную или мало изменяющуюся силу торможения.

В технической характеристике для гидроамортизаторов приводятся рабочий ход $L_{г.а}$, количество поглощаемой механической энергии $A_{г.а}$ и допустимое число $n_{г.а}$ циклов в единицу времени.

Примерные значения названных величин таковы: $L_{г.а} = 20 \dots 160$ мм, $A_{г.а} = 40 \dots 3200$ Дж и $n_{г.а} = 60 \dots 10$ циклов в минуту.

2.4.2 Расчет демпфирующего устройства

Применение в гидро- или пневмоцилиндрах встроенных демпферов (рис.6) дает определенный выигрыш в массе и габаритных размерах по сравнению с другими тормозными устройствами. Принцип действия демпфера (рис.6,а) состоит в том, что в зоне торможения втулка 4 на штоке 6 перекрывает свободный выход рабочей среды из камеры двигателя в трубопровод. Настройкой дросселей 5, расположенных в крышках 1, обеспечивается противодействие в камере двигателя для торможения штока 6 в конце хода поршня 3. Крышки 1 герметично соединены с гильзой 2. Недостаток демпфера – неизменность площади проходного сечения дросселя 5 в период торможения выходного звена, что приводит к переменной силе торможения и значительной конечной скорости. Если в демпфере установить клапан вместо дросселя, то эффективность его значительно повышается.

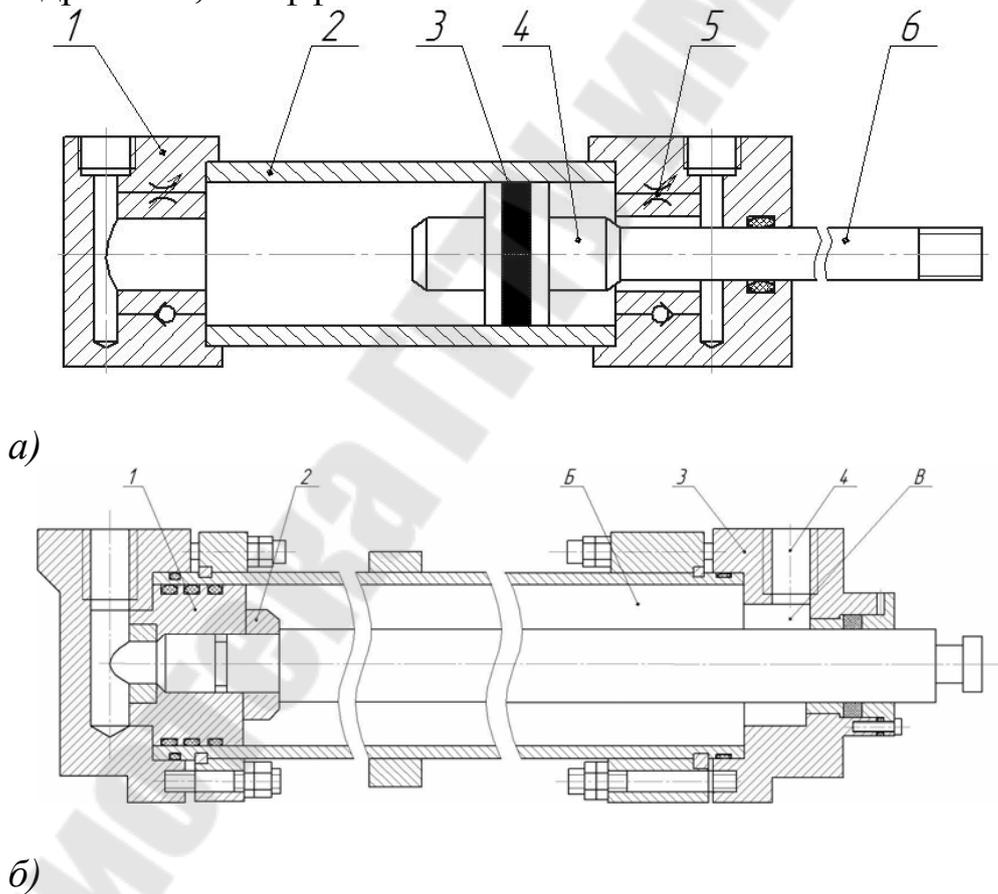


Рис. 6. – Схема объемного двигателя поступательного движения с демпфирующими устройствами

На рис. 6,б показано гидравлическое тормозное устройство (демпфер), широко применяемое в гидроприводах.

Поршень 1 выполняется с коническим плунжером 2. В конце хода поршня плунжер входит в полость В крышки 3, после этого жидкость из полости Б выжимается поршнем 1 в магистраль 4 через кольцевое дроссельное отверстие между плунжером 2 и стенкой полости В. Чем на большую величину плунжер 2 входит в полость В, чем выше сопротивление дросселя, поскольку дроссель имеет переменное проходное сечение, зависящее от перемещения плунжера 2 внутри полости В.

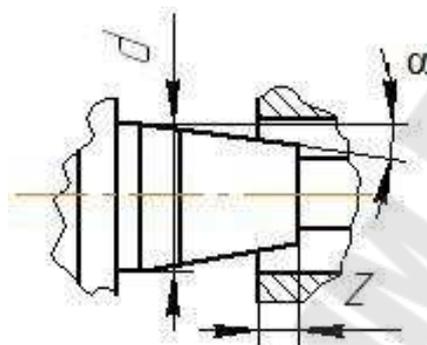


Рис. 7. – Схема демпфирующего устройства объемного двигателя поступательного движения

В такой конструкции тормозного устройства (рис. 7) площадь проходного сечения дросселя переменная, причем эта площадь уменьшается с увеличением Z . Известны конструкции, в которых плунжер 2 выполняется цилиндрическим, а боковая поверхность полости В в крышке 3 – конической. В последнем варианте площадь проходного сечения кольцевого дросселя, образуемого между цилиндрическим плунжером 1 и цилиндрической поверхностью полости В, остается постоянной по всему ходу торможения (тормозному пути).

Недостатком тормозных устройств этого типа является техническая трудность настройки силы торможения при изменении условий торможения (изменение приведенной массы, полезной нагрузки на объект и др.). Если условия торможения меняются, то используются другие конструкции тормозных устройств, в которых предусматривается возможность регулирования дросселей. Кинетическая энергия, поглощаемая тормозным устройством (демпфером) равняется:

$$m_n(V_n^2 - V_k^2)/2 = \int_0^{S_T} F_T(Z)dZ = \int_0^{S_T} A_B(Z)p_T(Z)dZ, \quad (9)$$

где m_n – масса подвижных частей объекта, приведенная к поршню;

V_n – становившаяся скорость движения поршня при $Z = 0$;

V_k – конечная скорость поршня при $Z = S_T$;

F_T – тормозная сила, зависящая от Z ;

$A_B(Z)$ – рабочая площадь поршня 2 со стороны плоскости Б;

$p_T(Z)$ – давление в полости Б при торможении поршня.

Для равномерного (прямолинейного) снижения скорости поршня необходимо, чтобы сила торможения была постоянной и, следовательно, не зависела от Z . В таком случае уравнение (9) приобретет вид:

$$m_n(V_n^2 - V_k^2)/2 = p_T A_B \int_0^{S_T} dZ = p_T A_B S_T$$

Отсюда получаем давление торможения в полости Б

$$p_T = m_n(V_n^2 - V_k^2)/(2A_B S_T). \quad (10)$$

Величины, входящие в правую часть уравнения (10), определяются следующим образом.

Приведенная к поршню масса m_n рассчитывается по формуле:

$$m_n = \sum m_i \left(\frac{V_i}{V_n} \right)^2 + \sum Y_i \left(\frac{\omega_i}{V_n} \right)^2, \quad (11)$$

где m_i – масса i – той детали, совершающей поступательное движение со скоростью V_i ;

Y_i и ω_i – момент (кг м) и угловая скорость (рад/с) i -го звена (объекта);

в рассматриваемом случае

$$Y_i = Y; \quad \omega_i = \omega_y = \alpha / t_{\min}$$

Вместе с поршнем цилиндра перемещается столб жидкости массой m_1 , находящейся в цилиндре, и столб жидкости массой m_2 , находящейся в трубопроводе, соединяющем рабочую полость цилиндра с распределителем. С учетом этого формула (11) запишется в виде:

$$m_n = m_1 + m_3 + m_2 V_T^2 / V_n^2 + Y \omega_y^2 / V_n^2, \quad (12)$$

где m_3 масса поршня со штоком. Скорость поршня в начале торможения равняется $V_n \geq \omega_y l_{14}$ или $V_n \geq \omega_y \tau_{ш}$.

Масса столба жидкости в цилиндре равна

$$m_1 = \pi D^2 \ell_{ц} \rho / 4,$$

где $\ell_{ц}$ – длина цилиндра.

Масса жидкости в трубопроводе равна $m_2 = \pi d_T^2 \ell_T \rho / 4$, где d_T и ℓ_T – диаметр и длина трубопровода.

Скорость жидкости в трубопроводе V_T находим из условия неразрывности потока жидкости:

$$V_T = V_n D^2 / d_T^2, \quad (13)$$

Подставляя все полученные величины в формулу (12) определяем приведенную массу m_n .

Тормозной путь S_T устанавливается в зависимости от назначения цилиндра и выбирается обычно в пределах $S_T = 5 \dots 25$ мм.

Скорость в конце торможения принимают $V_k = (0,1 \dots 0,2) V_n$. Далее по формуле (10) определяют давление торможения p_T в полости Б цилиндра (рис. 5,б).

Вычисленное значение p_T не должно превышать допустимого давления p_0 , обеспечивающего прочность цилиндра. В практике принимают

$$p_T \leq 1,25 p_0, \quad (14)$$

где

$$12 \leq p_0 \leq 20 \text{ МПа.}$$

Заметим, что в процессе конструирования тормозного устройства можно задаться давлением торможения p_T согласно (14), и далее по формуле (10) определить путь торможения S_T .

Зная p_T , можно рассчитать площадь проходного сечения дросселя тормозного устройства в начале (A_1) и конце (A_2) торможения по следующим зависимостям:

$$A_1 = \frac{\pi}{4} (d_3^2 - d_2^2) = \frac{V_n A_B}{\mu \sqrt{2 p_T / \rho}}; \quad A_2 = \frac{\pi}{4} (d_3^2 - d_1^2) = \frac{V_k A_B}{\mu \sqrt{2 p_T / \rho}}; \quad (15)$$

Напомним, что площади дросселей A_1 и A_2 определяются согласно (15) при условии постоянства тормозной силы на всем пути торможения, т.е. $p_T = const$. Коэффициент $\mu = 0,6 \dots 0,7$.

Определив A_1 и A_2 и задавшись диаметром d_3 полости В в крышке 5, необходимые значения d_1 и d_2 .

2.5 Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и характеристики станка.

2. Изучить гидравлическую схему привода и насосного агрегата.
3. Заэскизировать монтажную схему гидростанции соблюдая пропорции с указанием типа гидромашин и гидроаппаратов.
4. Получить задание у преподавателя.
5. Начертить цикловую диаграмму движения ИО станка $S = f(t)$. Объяснить способ управления движением цилиндров.
6. Используя паспортные данные станка рассчитать приведенную к выходному звену массу m_b , скорость v_T в начале торможения, допустимые значения тормозного пути L_T и давление p_k в камере вытеснения при обработке детали по заданным циклу и режимам резания.
7. Рассчитать характеристики тормозного устройства по алгоритму приведенному в п. 2.4.2.
8. Используя справочную литературу, по данным расчета выбрать рабочий гидроцилиндр с демпфирующим устройством.
9. Сравнить характеристики выбранного цилиндра с характеристиками приведенными в паспорте станка.

2.6 Контрольные вопросы

1. Объяснить назначение и область применения, устройство и принцип работы протяжного станка модели 7Б56. Назвать основные характеристики станка.
2. Объяснить работу гидравлической системы станка.
3. Почему в гидравлическом приводе станка используются насосный агрегат состоящий из трех насосов. Объяснить назначение каждого из насосов и всех гидроаппаратов входящих в состав насосного агрегата, назвать основные характеристики насосного агрегата.
4. Какой способ регулирования скорости движения РО используется в гидравлическом приводе станка.
5. Объяснить способ управления движением цилиндров по циклограмме.
6. Каким образом обеспечивается плавность хода (торможение) РО.
7. Какие способы предотвращения гидравлического удара существуют. Какой из способов используется в гидравлическом приводе данного станка.
8. Какие тормозные устройства используются в гидравлическом приводе, их достоинства и недостатки. В каких случаях необходимо

применять тормозные устройства.

9. Объяснить алгоритм расчета и критерий выбора демпфера для гидродвигателя протяжного станка.

3. Лабораторная работа № 2

Модернизация токарного вертикального патронного полуавтомата 1734П

Цель работы: изучение гидравлического привода токарного вертикального патронного полуавтомата 1734П и его модернизация по заданному варианту.

3.1 Общие сведения

3.1.1 Назначение и область применения

Токарный вертикальный патронный полуавтомат модели 1734П, класс точность П, предназначен для обработки в патроне деталей типа дисков, фланцев, маховиков, шестерен, стаканов, чашек, которые позволяют отвод стружки при вертикальном расположении шпинделя. Наибольшие размеры обрабатываемых деталей: диаметр – 320 мм; высота – 200мм.

Полуавтомат можно эффективно использовать, как в условиях автоматизированного и поточного изготовления детали, так и отдельно в механических цехах машиностроительных заводов с массовым и серийным характером производства.

Компоновка и конструкция полуавтоматов выполнена по принципу построения станков общего назначения с обеспечением требований по переналаживаемости во всем диапазоне обрабатываемых изделий, а также по встраиваемости в автоматические линии.

В лабораторной работе принять патронный полуавтомат модели 1734 в качестве базовой модели. Описание устройства и работы станка и других модификаций смотрите ниже.

3.1.2 Состав полуавтомата

Общий вид с обозначением составных частей полуавтомата 1734 и вид спереди полуавтомата 1734П показан на рисунке 8.

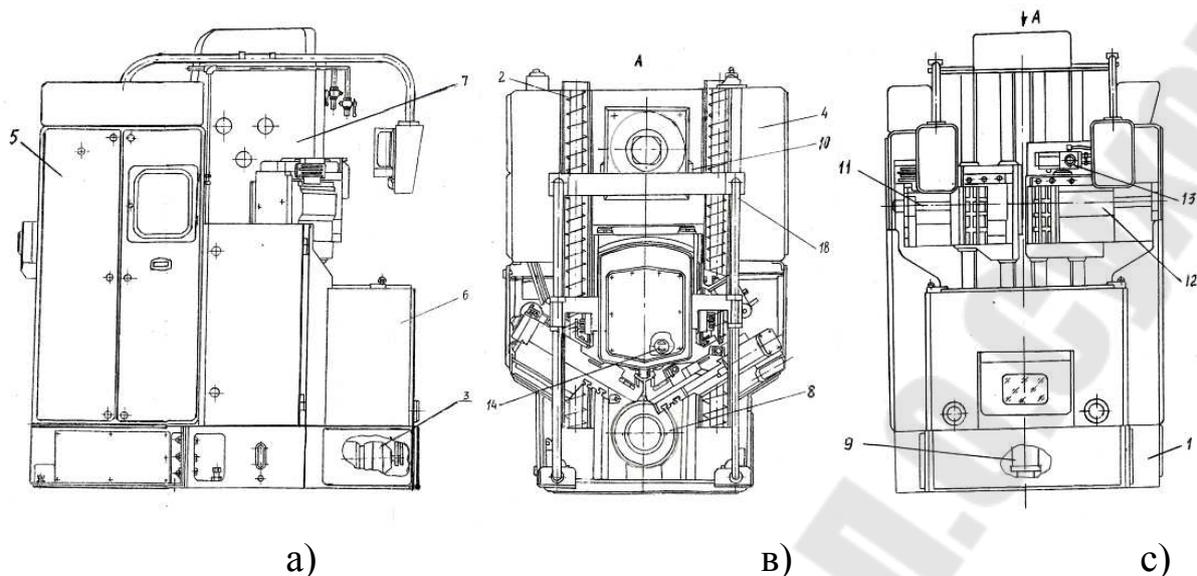


Рис. 8. – Общий вид: а – вид сбоку; в – вид сверху полуавтомата 1734;
с – вид спереди полуавтомата 1734П;

1 – основание; 2 – стружкоотвод; 3 – редуктор привода стружкоотвода;
4 – гидрооборудование; 5 – электрошкаф; 6 – коробка скоростей; 7 – стойка суппортная; ограждения 8 – шпиндельная бабка; 9 – цилиндр зажима; 10 – насосный агрегат;
11 – суппорт поперечный; 12 – суппорт правый; 13 – золотник управления;
14 – маслоуказатель; 15 – штанга

3.1.3 Кинематическая схема станка

Кинематическая схема станка приведена на рисунке 3 состоит из механического привода главного движения и привода шнеков стружкоотвода, остальные узлы станка имеют гидравлический привод.

Главное движение – вращение шпинделя изделия осуществляется от двухскоростного электродвигателя мощностью 13,5/19,5 кВт посредством клиноременной передачи, цилиндрических колес А и Б конической пары и передвижного предшпиндельного блока 11 (рис.9) (перебор для получения двух диапазонов ступеней чисел оборотов шпинделя).

Цилиндрическая пара колес 4 и 5 предназначена для привода насоса смазки коробки скоростей и шпиндельной бабки.

Для торможения цепи привода шпинделя изделия предусмотрены электромагнитные муфты 9,10, одна из которых отключает в конце цикла работы полуавтомата цепь шпинделя изделия от приводного электродвигателя, а другая – тормозит шпиндель изделия.

Предусматривается автоматическое включение двух скоростей шпинделя изделия в цикле работы полуавтомата электродвигателем с отношением 1:2 или 2:1.

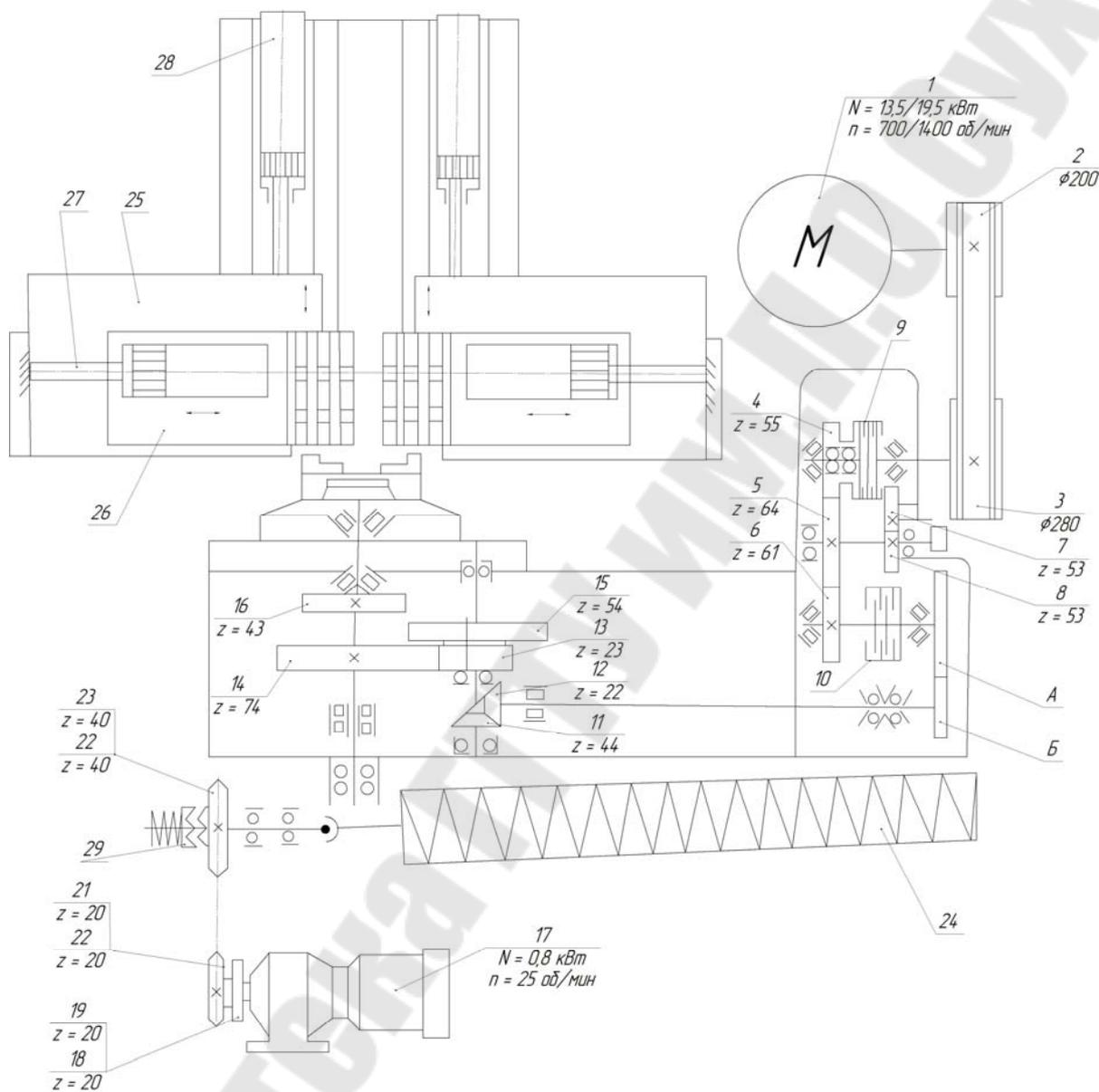


Рис.9. — Кинематическая схема полуавтомата 1734: 1 – двигатель привода шпинделя; 2,3 – шкивы; 4 – 8, 11 – 26 – шестерни; 9 – 10, 26 – штифты; 17 – двигатель привода шнека, 18,19 – звездочки; 20 – шпиндель; 21 – каретка; 22 – цилиндр поперечного перемещения; 23 – суппорт поперечный; 24 – шнек; 25 – цилиндр продольного перемещения

Привод шнеков стружкоотвода с последующей цепной передачей на два одновитковых шнека 24, расположенных по обе стороны

шпинделя изделия. Предусмотрена возможность реверсирования шнеков от кнопки, которая расположена на пульте управления.

3.1.4 Общие сведения о продольном и поперечном суппорте

На станке установлены два суппорта – продольный и поперечный (рис.9 и 10), которые могут перемещаться в горизонтальном и вертикальном направлениях. Суппорт правый (продольный) крестовый устанавливается на полуавтомате модели 1734П, взамен гидроконтролируемого суппорта. По конструкции суппорт правый подобен суппорту поперечному. Отличается тем, что на правом суппорте гидрооборудование обеспечивает вертикальные рабочие подачи, а на поперечном – горизонтальные.

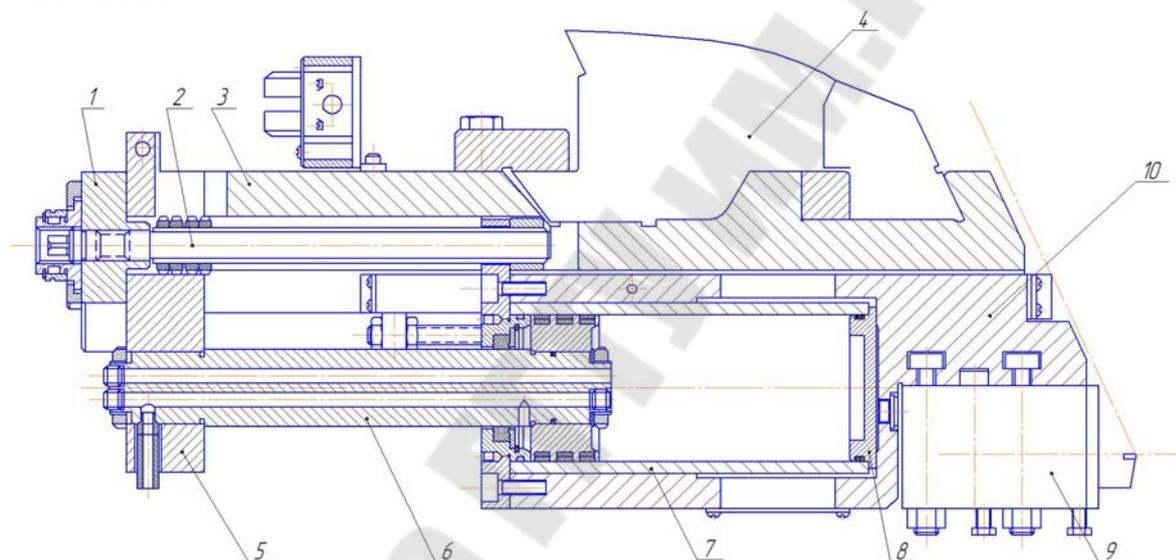


Рис. 10. – Суппорт поперечный: 1 – фланец; 2 – винт; 3 – направляющая суппорта
4 – направляющая опора станка; 5 – плита; 6 – шток; 7 – гильза; 8 – крышка правая;
9 – резцедержатель; 10 – корпус суппорта

Кроме двух рабочих подач суппорты имеют возможность быстрых перемещений для подвода инструмента к обрабатываемой детали и возможности перебегов при обработке прерывистых поверхностей.

Длина пробега определяется длиной лепестка, воздействующего на путевой переключатель (минимальная 25 мм).

На суппортах предусмотрены путевые переключатели для изменения скорости вращения шпинделя изделия.

Настройка циклов работы суппортов производится на штекерной панели.

На суппортах имеется механизм настройки переднего и заднего упоров в горизонтальном направлении с контролем положения упоров путевыми переключателями. Перенастройка положения упоров суппортов не влечёт за собой перенастройку положения путевых переключателей, что обеспечивается конструкцией упора.

На каретке правого суппорта крепится золотник с дросселем, который предназначен для обеспечения рабочей подачи ползуна при врезании.

Ползун правого суппорта сначала подводится быстро, а затем упор воздействует на двухходовой золотник с обратным клапаном типа Г74-34, который при этом пропускает масло через дроссель Ш55-22, и таким образом, осуществляется рабочая подача на длине, ограниченной размерами упора.

3.1.5 Цилиндр зажима

Цилиндр зажима обрабатываемой детали (рис. 11) крепится к нижнему фланцу шпиндельной группы. Диаметр цилиндра – 150 мм, штока – 70 мм, рабочий ход цилиндра – 45 мм.

При зажиме обрабатываемой детали необходимо использовать не менее 15 мм хода для надёжного срабатывания путевых переключателей.

В нормальном положении зажим обрабатываемой детали производится при ходе поршня вниз. В случае зажима обрабатываемой детали при ходе поршня вверх необходимо поменять местами подводящий и отводящий трубопроводы в цилиндре зажима и перемонтировать кончики контроля зажима- разжима детали, изменить их функции.

Цилиндр может работать:

а) по циклу (от кнопки «Цикл» на пульте управления) – происходят последовательные движения зажима обрабатываемой детали, подъём ограждения, быстрый подвод суппортов и т.д.

б) с предварительным зажимом детали от кнопки «Зажим» и последующим продолжением цикла от кнопки «Цикл», что иногда необходимо для визуального контроля крепления обрабатываемой детали и ручной поправки её при посадке на опорные базы приспособления.

Величина зажимного усилия регулируется при помощи винта редукционного клапана ПГ57-12.

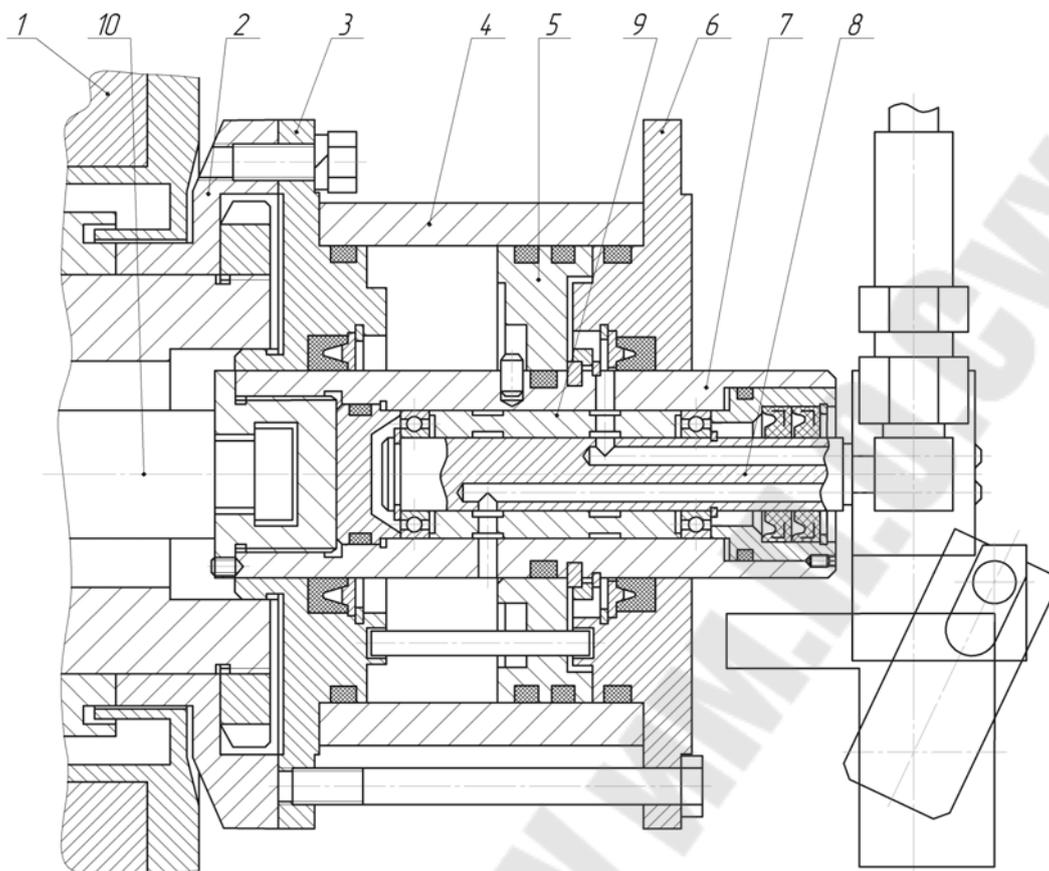


Рис. 11. – цилиндр зажима обрабатываемой детали: 1 – станина; 2 – фланец; 3,6 – крышка; 4 – гильза; 5 – поршень; 7 – шток; 8 – коллектор; 9 – втулка; 10 – тяга

3.2 Гидравлический привод станка

Гидропривод обеспечивает следующее:

- а) быстрые перемещения (подвод-отвод) и две рабочие подачи в обоих направлениях ползуна левого поперечного суппорта;
- б) быстрые перемещения (подвод-отвод) и одна рабочая подача ползуна правого крестового суппорта;
- в) быстрые перемещения (подвод-отвод) каретки поперечного суппорта;
- г) подъем и опускание щитка ограждения;
- д) зажим-разжим обрабатываемой детали.

3.2.1 Состав гидропривода

Технические данные и характеристики гидропривода приведены ниже.

Технические данные и характеристики станка:

Емкость гидробака, л

-номинальная	25
-максимальная	27
Тип насосов	Г12-2

Номинальная производительность насосов при $n = 1450$ об/мин
40 л/мин

Максимальное рабочее давление 40 кгс/см²

Максимальная приводная мощность насосов при $n = 1450$ об/мин
9,5 кВт

Номинальная тонкость фильтрации, мм

-магнитных частиц 0,005-0,01

-немагнитных частиц 0,08

Допустимая рабочая температура масла (+10 – +55) °С

Масса (без масла) 1170 кг

Марки применяемых масел ВНИИНП-403, ВНИИНП-412
ГОСТ16728-71

Гидростанция размещена в специальном шкафу 1 и крепится к гидробаку 2 и с ним к основанию станка 3 (рис. 12).

На гидробаке установлены две насосные установки 4. Гидробак сварной и служит емкостью для масла гидросистемы.

На панели 5, установленной в шкафу вертикально с одной стороны расположена распределительная, контрольно-регулирующая аппаратура, а также разводка электропроводов к электромагнитам и реле давления. С другой стороны панели выполнена разводка труб между гидравлическими аппаратами и выводы труб к гидроцилиндрам. Распределители с электромагнитами постоянного тока. Контроль выполнения операций гидромеханизмами осуществляется электрически.

Взаимосвязь в работе всех механизмов дана в циклограмме станка, и обеспечивается электрически. На внутренней стенке дверки 6 гидрошкафа установлена фотография принципиальной гидросхемы станка со схемой расположения, назначения и настройки гидроаппаратов.

Для охлаждения масла гидросистемы технической водой в гидробак вмонтирован спиральный теплообменник 7 с резьбой трубной 1/2", который при необходимости может быть подключен заводом-потребителем. При длительной остановке станка (более 4 часов) необходимо подачу охлаждающей воды через теплообменник прекратить во избежание переохлаждения масла.

Система трубопроводов соединяет гидростанцию с гидроцилиндрами исполнительных механизмов (см. рис. 12 – вид Б и сбоку).

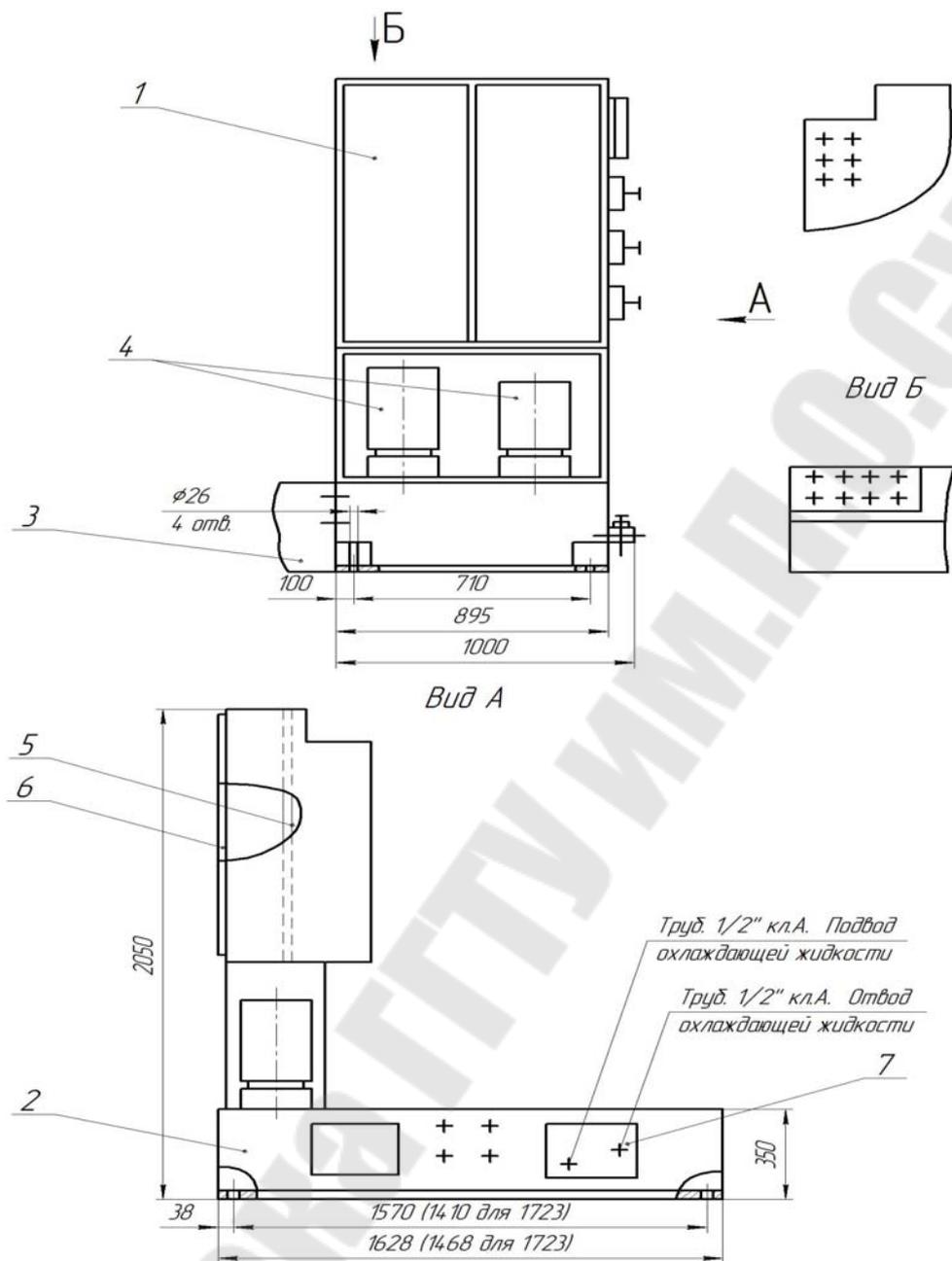


Рис. 12. – Схема расположения гидростанции

3.2.2 Устройство и работа гидропривода и его составных частей

На рисунке 13 приведена гидравлическая принципиальная схема полуавтомата 1734, на рис.14 – перечень элементов схемы.

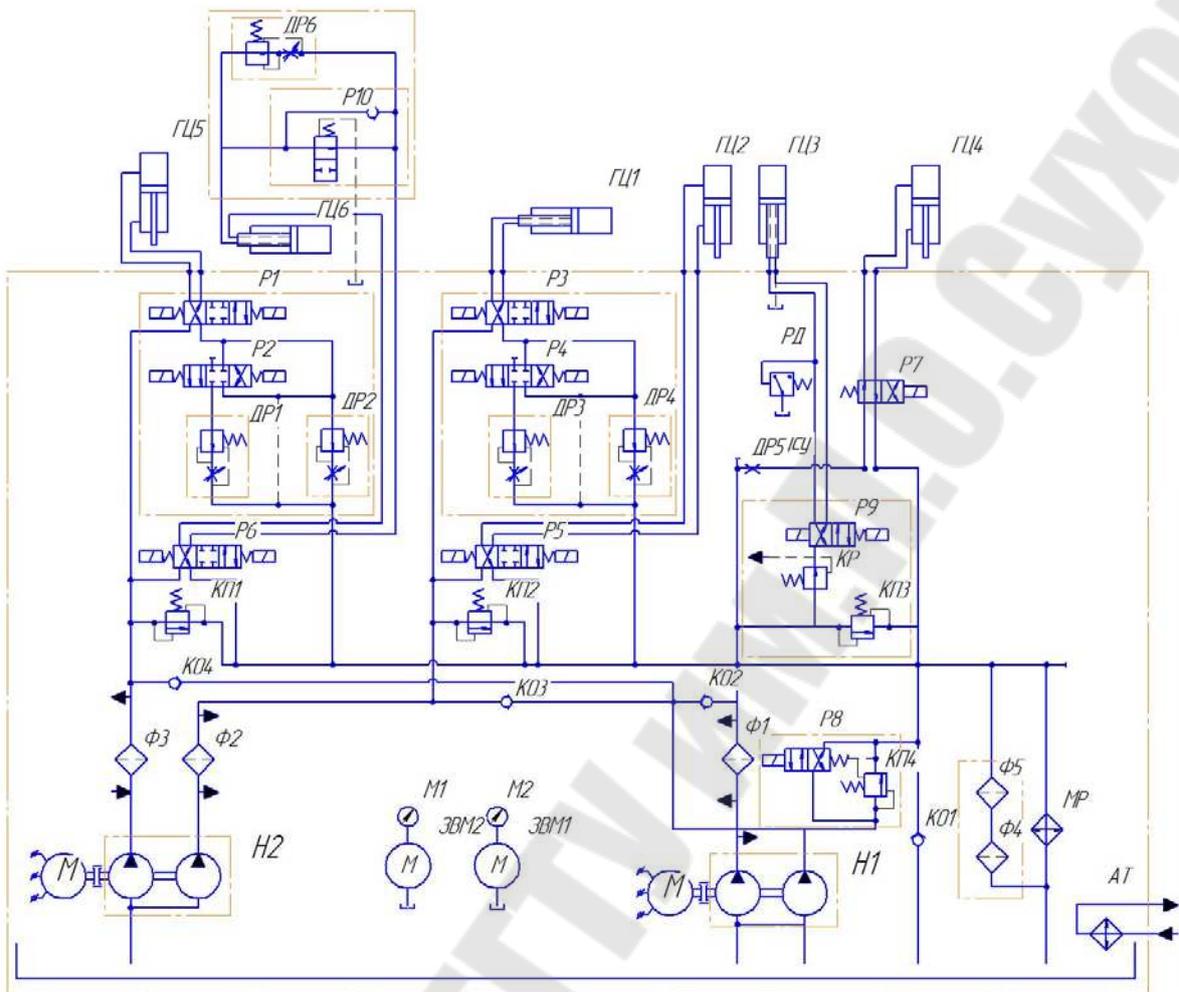


Рис. 13. – Гидравлическая принципиальная схема полуавтомата 1734П

<i>Поз. обозн</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
Б	Гидробак	1	W=л
Н1	Насос 5Г12-21(n=1450 об/мин)	1	Q=8/12 л/мин
Н2	Насос 5Г12-23(n=1450 об/мин)	1	Q=8/50 л/мин
Ф1,Ф2,Ф3	Фильтр пластинчатый 0,12Г41-24	3	Q=50л/мин, P=63кзс/см
Ф4, Ф5	Фильтр 0,08ФМС-13	2	Q=6л/мин, P=16кзс/см.
Р1,Р2,Р3 Р4,Р5,Р6	Распределитель Р102-А/44-ДС24	6	Q=40л/мин, P=200кзс/см
Р7,Р8	Распределитель Р102-ЕД574А-ДС24	2	Q=40л/мин, P=200кзс/см
Р9	Распределитель Р102-Ф/574А-ДС24	1	Q=40л/мин, P=200кзс/см
К01,К02 К03,К04	Клапан обратный Г51-24	4	Q=70л/мин, P=200кзс/см
КП1,КП2,КП3	Клапан предохранительный ПГ52-12	3	Q=40л/мин, P=200кзс/см
КП4	Клапан предохранительный ПГ52-14	1	Q=70л/мин, P=50кзс/см
ДР1,ДР2 ДР3,ДР4	Дроссель с регулятором ПГ52-22	4	Q=18л/мин, P=200кзс/см
КР	Клапан редукционный ПГ57-12	1	Q=18л/мин, P=50кзс/см
РД	Реле давления ПГ62-11	1	P=6.63 кзс/см
ЗВМ1,ЗВМ2	Золотник включения манометра ЗМ6-320	2	P=320кзс/см
М1,М2	Манометр ГОСТ8625-69-60-14-100-Нсв	2	P=0.100кзс/см
ДР5	Дроссель П7109-003.306	1	3мм
ДР6	Дроссель с регулятором и обратным клапаном	1	Q=18л/мин, P=200кзс/см
Р10	Распределитель Р102-ЕМ73	1	Q=70л/мин, P=64кзс/см
МР	Маслянный радиатор 50-14.05.010		P<2,5кзс/см
АТ	Теплообменник	1	Q=200 л/мин
ГЦ1	Гидроцилиндр ползуна поперечного суппорта	1	d _ц =125мм, d _{шт} =65мм
ГЦ2	Гидроцилиндр каретки поперечного суппорта	1	d _ц =125мм, d _{шт} =65мм
ГЦ3	Гидроцилиндр зажима детали	1	d _ц =150мм, d _{шт} =65мм
ГЦ4	Гидроцилиндр ограждения	1	d _ц =40мм, d _{шт} =20мм
ГЦ5	Гидроцилиндр каретки правого суппорта	1	d _ц =125мм, d _{шт} =65мм
ГЦ6	Гидроцилиндр ползуна правого суппорта	1	d _ц =125мм, d _{шт} =65мм

Рис. 14. -- Перечень элементов гидропривода

Гидропривод станка состоит из гидростанции 1 исполнительных механизмов и системы трубопроводов.

В состав гидростанции входит два сдвоенных пластинчатых насоса Н1 и Н2 типа Г12-2 производительностью первый – 8/50 л/мин, второй-8/12 л/мин. Насосы – первый из Н2 производительностью 8 л/мин обеспечивает рабочие подачи гидроцилиндра ГЦ1 ползуна поперечного суппорта, а производительностью 12 л/мин – рабочие подачи гидроцилиндров ГЦ5 и ГЦ6 продольного суппорта.

Один из насосов Н2(1) производительностью 8 л/мин поддерживает давление на зажиме детали и ограждения и от него работают все дополнительные механизмы, второй – производительностью 50 л/мин служит для обеспечения скорости быстрых перемещений всех без исключения механизмов. В исходном положении и при рабочих подачах он разгружается через предохранительный клапан КП4. При быстрых перемещениях включается электромагнит распределителя Р8, второй насос Н2(2) набирает давление, равное настройке клапана КП4, и через один из обратных клапанов КО1 – КО3 поступает к соответствующему исполнительному механизму.

Таким образом, три насоса малой производительности обеспечивают независимую работу трёх самостоятельных ветвей гидросистемы и предохраняются от перегрузки предохранительными клапанами КП1 – КП3.

Для обеспечения быстрых перемещений и двух рабочих подач в обоих направлениях гидроцилиндра ГЦ1 ползуна левого поперечного суппорта применяется два распределителя Р3 и Р4 и два дросселя ДР3 и ДР4 которые устанавливаются на отдельной плите и составляют блок подач суппорт.

Такой же блок подач обеспечивает такие же перемещения и гидроцилиндра ГЦ5 каретки продольного суппорта. Перемещение гидроцилиндра зажима ГЦ3 обеспечивается двухпозиционным распределителем Р9, перед которым устанавливается редукционный клапан КР для регулирования давления зажима детали. Контроль усилия зажима осуществляется по реле давления РД Пластинчатые фильтры Ф1 – Ф3 служат для фильтрации каждого из трёх потоков насосов малой производительности. Кроме того, на сливе установлены магнитно-сетчатые фильтры Ф4 и Ф5. Параллельно ему установлены радиатор МР воздушного теплообменника, и для предохранения обоих от давления обратный клапан КО1.

Для контроля и настройки давления по ветвям гидросистемы служат манометры М1 и М2 и золотники манометров ЗВМ1 и ЗВМ2. Контролируемые точки на схеме обозначены.

3.2.3 Работа блока подач левого поперечного суппорта

В исходном положении включен левый электромагнит распределителя Р3 направления движения.

Гидроцилиндр ГЦ1 поджимается давлением к исходному положению. При включении правого электромагнита распределителя Р3 одновременно включается левый электромагнит распределителя Р4 и электромагнит распределителя Р8. Расход от насосов Н2 ($Q = 8$ л/мин) и Н1 ($Q = 50$ л/мин) поступает в гидроцилиндр ГЦ1, а из штоковой полости его через распределители Р3 и Р4 на слив, идет быстрый подвод. Далее от конечного выключателя дается команда на отключение электромагнита распределителя Р8. Насос Н1 ($Q = 50$ л/мин) разгружается и одновременно включается электромагнит правого распределителя Р4. В результате этого масло из штоковой полости гидроцилиндра ГЦ1 поступает через распределители Р3 и Р4 и далее через дроссель ДР3, а также параллельно через дроссель ДР4. Идет первая (большая) рабочая подача с дросселированием потока на выходе из гидроцилиндра. Затем от конечного выключателя подается команда на отключение электромагнита распределителя Р4. Слив через дроссель ДР3 прекращается и идет только через дроссель ДР4, которым настраивается вторая (меньшая) рабочая подача. В конце подачи идет быстрый отвод (включаются электромагниты левый распределителя Р3 и распределителя Р8). В конце хода включается разгрузка насоса Н1 ($Q = 50$ л/мин), а электромагнит распределителя Р3 остается включенным. При обратном ходе можно также включением правого электромагнита распределителя Р4 получить при необходимости рабочую подачу первую, или при обесточенных электромагнитах распределителя вторую.

3.2.4 Работа блока подач правого крестового суппорта

Гидроцилиндр ГЦ5 каретки правого крестового (продольного) суппорта имеет быстрые перемещения (подвод-отвод) и две рабочих подачи в обоих направлениях. А гидроцилиндр ГЦ6 ползуна правого поперечного суппорта управляется распределителем Р6 и блоком с

одной рабочей подачей вперед, установленном на его каретке (дрозель ДР6 и реле Р10), с дросселированием потока на выходе из гидроцилиндра.

3.3 Порядок выполнения лабораторной работы

Часть первая.

1. Получить задание у преподавателя.
2. Изучить основные характеристики, общее устройство станка 1734П по кинематической схеме станка. Изучить принцип работы станка.
4. Изучить гидравлическую схему станка.
5. Начертить циклограмму работы станка 1734П в координатах S – перемещение РО и t – время движения РО, $S = f(t)$ для обработки поверхностей детали. Составить таблицу автоматического включения электромагнитов на штекерной панели станка по заданному циклу. (Чертеж обрабатываемой на станке детали выдается преподавателем индивидуально).

Часть вторая.

6. Начертить схему общего вида (рабочей зоны) станка после модернизации в соответствии с заданным вариантом.
7. Начертить циклограмму работы модернизированного варианта станка в координатах S – перемещение РО и t – время движения РО, $S = f(t)$. (Условия обработки и характеристики циклограммы задаются преподавателем индивидуально).
8. Начертить гидравлическую схему модернизированного варианта станка.
9. Описать работу модернизированного варианта станка по кинематической и гидравлической схеме.
10. Выполнить расчеты необходимых параметров по гидравлической схеме и выбрать соответствующие гидроаппараты используя справочную литературу.
(Тема задания и вид измерительных устройств, показания которых необходимы для выполнения расчета, задаются преподавателем индивидуально).

3.4 Методические рекомендации для выполнения лабораторной работы

В качестве задания студенту выдается:

- кинематическая схема узла модернизации и описание его работы в соответствии с заданным вариантом (варианты задания приведены ниже);
- технические характеристики необходимые для работы узла в заданном режиме.

3.4.1 Варианты заданий к лабораторной работе

Ниже приведены варианты модернизации станка.

Вариант 1

Обеспечить возможность обработки заготовок на станке с установкой в центрах. Для реализации этого варианта установить на станке центровую бабку, обеспечив следующие требования:

- центровая бабка устанавливается на левых направляющих стойки;
- ход пиноли 300 мм производится от гидроцилиндра диаметром 100 мм;
- ход ограничивается с помощью переставных упоров с микропереключателями, шаг между ними - 60 мм;
- вся центровая бабка может перемещаться в пределах 220 мм по направляющим стойки с помощью пары винт-гайка;
- зажим-разжим пиноли центральной бабки.

Вариант 2

Установить на станке расточную головку.

Гидропривод обеспечивает для станка с расточной головкой дополнительно: быстрые перемещения (подвод-отвод) и две рабочие подачи в обоих направлениях пиноли расточной головки.

Расточная головка предназначена для обработки деталей с отверстиями, значительно меньше их наружного диаметра (для сверления, зенкерования, растачивания). При этом шпинделю расточной головки сообщается дополнительное вращение.

При подрезке торцов и растачивании отверстий, диаметр которых близок к наружному диаметру обрабатываемых деталей, расточная головка может использоваться как инструментальная бабка (без вращения шпинделя), режущий инструмент крепится к фланцу пиноли расточной головки и получает только движение подачи.

В зависимости от высоты обрабатываемой детали расточная головка может передвигаться по высоте на 220 мм вдоль направляющих стойки с последующим закреплением к направляющим прижимными планками.

Расточная головка работает по определенному циклу, включающему быстрый подвод, 1-ю рабочую подачу, 2-ю рабочую подачу (при необходимости) и быстрый возврат в исходное положение.

Величина ходов рабочих подач и быстрых перемещений устанавливается упорами, воздействующими на конечные выключатели.

Величина скоростей вращения шпинделя головки настраиваются сменными зубчатыми колесами.

Смазка расточной головки осуществляется от плунжерного насоса, расположенного внутри корпуса.

Вращение шпинделя расточной головки осуществляется от электродвигателя мощностью 3 кВт через шестеренные передачи.

Вариант 3

Установить на станке вертикально расположенную четырехпозиционную револьверную головкой предназначенную дополнительно для обработки в несколько проходов ступенчатых отверстий при одновременной обработке наружных и торцевых поверхностей или для обработки в несколько проходов гладких классных отверстий при одном закреплении детали.

Гидропривод обеспечивает дополнительно быстрые перемещения (подвод-отвод) и две рабочие подачи ползуна револьверной головки, а также поворот и фиксацию (зажим-разжим) револьверной головки;

Вариант 4

Установить на станке копировальный суппорт вместо правого (крестового) суппорта.

Копировальный суппорт состоит из ползуна, перемещающегося в направляющих, выполненных заодно с кареткой суппорта.

В ползуне крепиться обычный недифференциальный цилиндр с диаметром поршня 100 мм и диаметром штока – 45 мм. Шток закреплен жестко в теле каретки суппорта, а корпус гидроцилиндра жестко связан с копировальным ползуном.

Каретка гидрокopировального суппорта перемещается (задающая подача) по вертикальным направляющим суппортной стойки на 520 мм. Перемещение осуществляется при помощи гидравлического цилиндра, закрепленного в углублении стойки. Предусмотрены I и II рабочие подачи, перебег и переключение скорости вращения шпинделя, настраиваемое по ходу задающей подачи.

Гидропривод обеспечивает быстрые перемещения (подвод-отвод) и две рабочие подачи в обоих направлениях каретки гидрокопировального суппорта.

3.5 Контрольные вопросы

1. Объяснить назначение, область применения и принцип работы токарного вертикального патронного полуавтомата 1734П.
2. Перечислить основные узлы и движения рабочих органов станка.
3. Объяснить работу гидравлической системы станка.
4. Какие способы регулирования скорости рабочих органов станка используются в гидравлической системе, сколько скоростей имеет каждый из рабочих органов.
5. Начертить принципиальную гидравлическую схему простейшего следящего гидропривода. Объяснить работу копировального суппорта токарного полуавтомата.
6. Какие насосы используются в системе, назвать их характеристики.
7. Какие требования предъявляются к гидравлическим приводам механизмов зажима и фиксации.
8. Объяснить работу модернизированного станка по циклограмме и схеме штекерной панели.

4. Лабораторная работа № 3

Гидравлический привод пресса для переработки пластмасс

Цель работы: Изучение гидравлического привода пресса. Расчет системы наполнения.

4.1 Общие сведения

4.1.1 Прессы для переработки пластмасс

Технологические процессы переработки различных пластмасс имеют особенности, требующие резкого сокращения времени смыкания пресс-форм, что возможно только при повышении до 160 – 200 мм/с холостых и до 4 – 7 мм/с рабочих скоростей движения ползуна пресса.

В связи с этим созданы прессы с плунжерными цилиндрами, клапанами наполнения и возвратными цилиндрами, что позволило при движении ползуна под действием силы тяжести в период холостого хода вниз и установке в системе привода пневмогидравлического аккумулятора резко повысить скорости движения рабочих органов пресса без увеличения, а в некоторых случаях при снижении мощности привода.

4.1.2 Гидравлический привод пресса для переработки пластмасс

Гидросхема привода к прессам-полуавтоматам (рис. 15) обеспечивает работу в режиме прямого прессования.

В исходном положении электромагниты распределителей обесточены, а золотники последних находятся в положении, показанном на рис. 13. Насос рабочей системы Н1 (на схеме слева) разгружен. Ползун удерживается в верхнем положении цилиндрами возврата. Пресс начинает работать при включении электромагнитов 2Э и 8Э распределителей Р1 и Р3. Распределитель Р3 направляет масло из системы управления к клапану наполнения КН и гидрозамку К1, распределитель Р1 открывает слив масла из возвратных цилиндров.

Масло вытесняется силой тяжести ползуна из возвратных цилиндров через открытый гидрозамок К1 и дроссель ДР2. Освобождаемый объем прессующего цилиндра заполняется через клапан наполнения из бака наполнения БН насосом Н1. Скорость холостого хода ползуна определяется настройкой дросселя ДР2.

Холостой ход ползуна ограничивается выключателем ВК3, переключателем пресса на медленный ход. При этом отключается магнит 8Э распределителя Р3. Клапан К1, закрываясь, отключает дроссель ДР2, а клапан наполнения КН – полость главного цилиндра от бака БН.

Насос Н1 нагнетает масло в прессующий цилиндр через распределитель Р1, дроссель ДР1 и обратный клапан КО1. Масло из возвратных цилиндров вытесняется через распределитель Р1, при этом скорость ползуна определяется настройкой дросселя ДР1.

После предварительного прессования материала в пресс-форме и повышения давления в главном цилиндре до 80 – 160 кгс/см² реле давления РД дает команду на подпрессовки, отключая электромагнит 2Э и включая электромагниты 1Э и 8Э распределителей Р1 и Р3. При этом распределитель Р1, перемещаясь влево, направляет масло от насоса Н1 через дроссель ДР2 и гидрозамок К1 в возвратные цилиндры, а из прессующего цилиндра масло через клапан наполнения КН вытесняется в бак наполнения БН.

Плавная разгрузка главного цилиндра от давления в период реверса ползуна на подъем осуществляется декомпрессионным клапаном, смонтированным в клапане наполнения КН.

Движение ползуна вверх при подпрессовках ограничивается конечным выключателем ВК3, который, отключая электромагниты 1Э и 8Э и включая электромагнит 2Э, дает команду на ход ползуна вниз.

Число подпрессовок определяется настройкой реле времени. После подпрессовок ползун пресса совершает рабочий ход, при котором давление в системе повышается до предельного, определяемого настройкой электроконтактного манометра МН1. В конце рабочего хода манометр МН1 дает команду на включение реле выдержки под давлением и отключает электромагнит 2Э распределителя Р1, а при продолжительной выдержке и электродвигатель привода насоса.

Золотник распределителя Р1 возвращается в исходное положение, включается электромагнит 5Э распределителя Р4, насос разгружается через клапан КП1.

Аккумулятор АК компенсирует утечки во время выдержки изделия под давлением. При разряженном аккумуляторе электроконтактный манометр МН2 дает команду на включение электромагнита 6Э и 7Э и электродвигателя насоса (в случае его отключения). Плунжер клапана РК1 поднимается и пропускает жидкость по линии 1 в аккумулятор и по линии 2, через клапан РК2 в прессующий цилиндр), выполняя его подпитку. Давление в аккумуляторе ограничивается клапаном К3.

По окончании выдержки под давлением реле времени дает команду на включение электромагнитов 1Э и 8Э, т. е. на подъем ползуна.

Ход ползуна вверх ограничивается конечным выключателем ВК1, отключающим электромагниты 1Э и 8Э. ВК1 дает команду на

ход ГЦ выталкивателя вверх, включая электромагнит 4Э распределителя P2. Ход выталкивателя вверх ограничивается конечным выключателем ВК4, отключающим электромагнит 4Э распределителя P2. В исходное положение выталкиватель возвращается при нажатии кнопки “Выталкиватель вниз” на пульте управления.

Остановка выталкивателя в нижнем положении осуществляется конечным выключателем ВК5, отключающим электромагнит 3Э распределителя P2.

Предохранительный клапан КП3 предотвращает возможность мультипликации давления в возвратных цилиндрах.

Система управления питается пластинчатым насосом Н2 (на схеме справа). Пластинчатый насос используется для фильтрации масла, для чего в системе установлены фильтры Ф1 и Ф2. Давление в системе управления определяется настройкой клапана КП2.

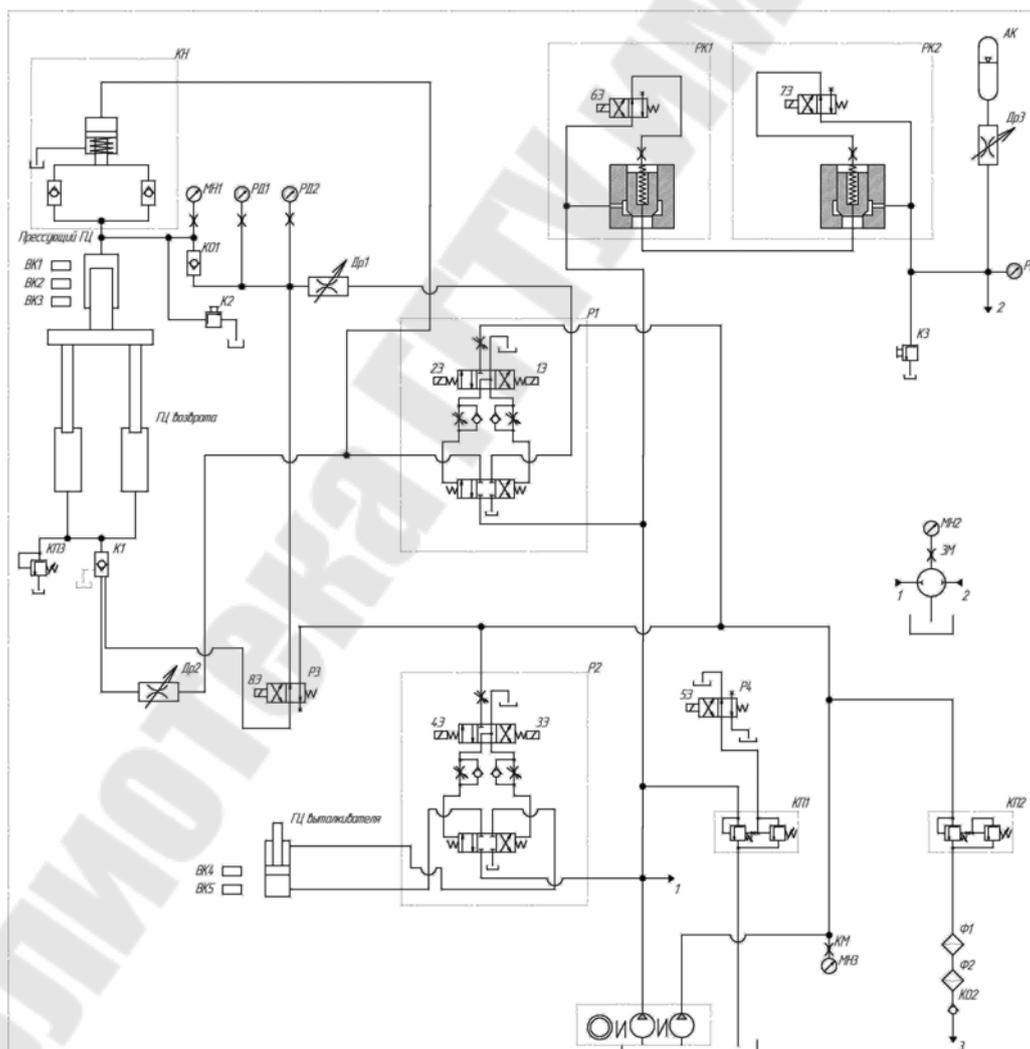


Рис.15. – Гидравлическая принципиальная схема полуавтомата 1734П

16. Техническая характеристика гидроагрегатов приведена на рис.

N п/п	Позиции цикла		Команды		Электромагниты								
			От	до	13	23	33	43	53	63	73	83	
<i>а) Прямое прессование</i>													
1	Стоп		РД3;ВК5;ВК4										
2	Быстрый ход ползуна вниз	Включение распредел.	КУ	ВК2	×								×
		Включение насоса	РВ	ВК2	×								×
3	Замедленный ход ползуна вниз		РК2	РД1	×								×
4	Пауза перед подпрессовкой		РД1	РВ									
5	Подпрессовка	Ход вверх Включение распредел.	РВ	ВК3		×							
		Включение насоса	РВ	ВК3		×							
		Ход вниз	ВК3	РД2,РВА		×							
6	Рабочий ход ползуна вниз		РВА	РД2	×								×
7	Выдержка под давлением		РД2	РВВ									
8	Зарядка гидроаккумулятора		РД2	РД3									
9	Возврат ползуна	Включение распредел.	РД3,РВВ	ВК1		×							
		Включение насоса	РВ	ВК1		×							
10	Ход ползуна вверх		ВК1	ВК4									
11	Ход выталки вателя вниз	Включение распредел.	КУ	ВК5									
		Включение насоса	РВ	ВК5									
<i>б) Трансферное литье</i>													
1	Стоп		РД3;ВК4;ВК5										
2	Быстрый ход ползуна вниз	Включение распредел.	КУ	ВК2	×								×
		Включение насоса	РВ	ВК2	×								×
3	Замедленный ход ползуна вниз		ВК2	РД2	×								
4													
5	Ход выталкива теля вверх(литье)	Включение распредел.	РД2	-									
		Включение насоса	РВ	-									
6	Ход выталкивателя вверх(дожатие)		-	РВ2									
7	Выдержка под давлением		РВ2	РВ3									
8	Зарядка гидроаккумулятора		РВ2	РД3									
9	Возврат ползуна	Включение распредел.	РД3,РВ5	ВК1		×							
		Включение насоса	РВ	ВК1		×							
10	Ход выталкивателя вверх		ВК1	ВК4									
11	Ход выталки вателя вниз	Включение распредел.	КУ	ВК5									
		Включение насоса	РВ	ВК5									



Электромагнит включен

Рис. 16. – Порядок включения электромагнитов согласно циклограмме работы пресса

4.2 Система наполнения

К дополнительным устройствам относятся: дополнительный бак, располагаемый около пресса или на его рабочем цилиндре, дополнительный клапан (рис.17 и 18), соединяющий рабочий цилиндр с дополнительным баком (рис.19).

Для создания давления на жидкость обычно пользуются заводской сетью сжатого воздуха давлением 0,6 – 0,8 МПа.

Полный объем масла в дополнительном баке V_6 определяют исходя из объема масла V_p , вытесняемого рабочими плунжерами пресса за один ход. Чтобы предотвратить попадание газа из бака в трубопровод, ведущий к дополнительному клапану, V_6 принимают равным $(2 - 2,5)V_p$. Изменение давления газа в дополнительном баке при расходе жидкости принимают по изотермическому закону:

$$pV = \text{const},$$

где V_r – начальный объем газа в баке.

Падение давления газа в дополнительном баке после отбора его объема масла V_p принимают $p_{\min} = 0,75p_{\max}$. Изменение состояния газа определим по формуле:

$$p_{\min}(V_u + V_p) = p_{\max}V_1, \text{ откуда } V = 3V$$

Полный объем дополнительного бака:

$$V = (2 - 2,5)V_p + 3V_p = (5 - 5,5)V_p.$$

Дополнительные баки изготавливают сварными из листовой стали. Толщина цилиндрической и сферической частей баков, располагаемых около пресса, должна быть не менее 8 мм.

Для устранения возможности удара при встрече бойка с поковкой, если дополнительный бак установлен рядом с прессом, в линии наполнения устанавливают компенсатор гидроударов. Дополнительный бак снабжают предохранительным клапаном и указателем уровня масла.

На дополнительной трубе ставят электрически управляемый запорный клапан, включаемый параллельно с электродвигателями главных насосов, так что в случае отключения тока в сети или остановки пресса жидкость не может уйти из дополнительного бака вследствие неплотностей в системе пресса.

Клапан наполнения типа КНГ (рис. 18) предназначены для вертикальной установки на рабочих цилиндрах прессов и других гидрофицированных машин, имеющих дополнительный бак, и служат для пропуска больших объемов рабочей жидкости из бака в рабочую полость цилиндра

и обратно во время холостых ходов, а также для разобщения полостей цилиндра и бака во время рабочего хода.

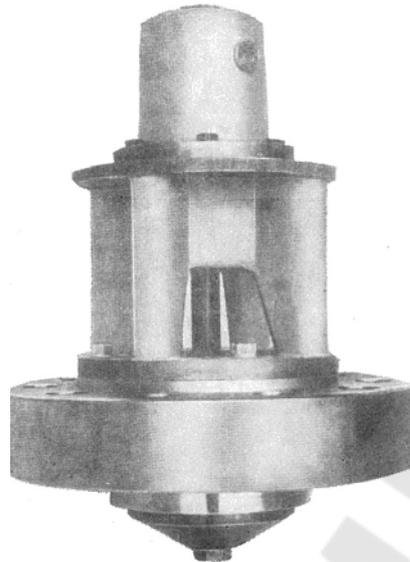


Рис. 17. – Наполнительный клапан типа КНГ

4.2.1 Устройство и принцип работы клапана наполнения

Клапаны наполнения (рис. 15) изготавливаются четырех типоразмеров: КНГ – 5/32; КНГ – 10/32; КНГ – 16/32; КНГ – 25/32 (рис. 16).

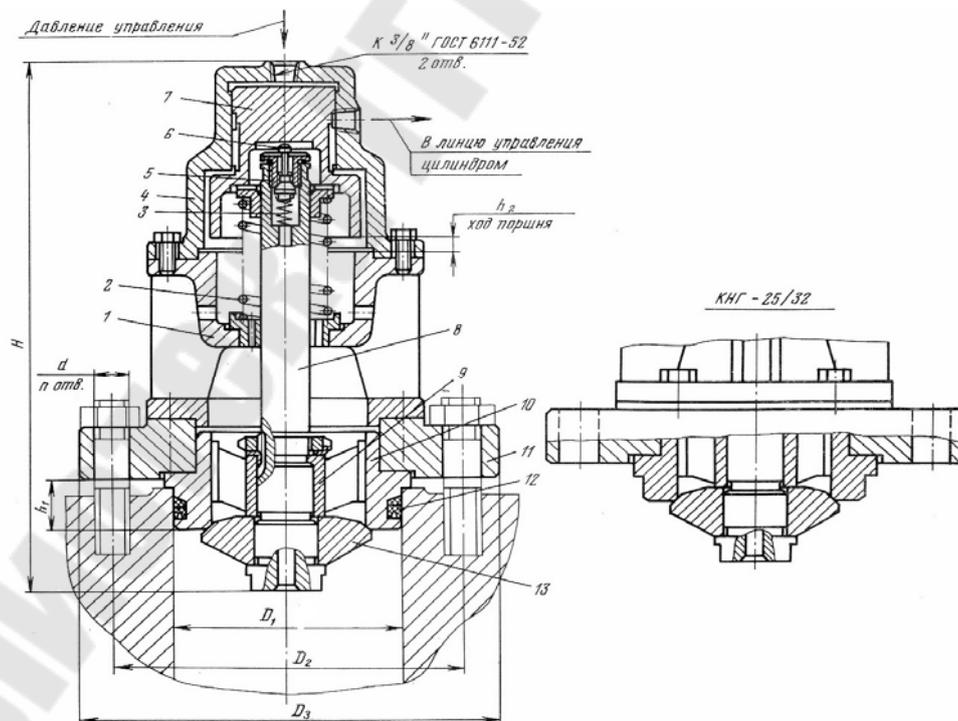


Рис.18. – Конструкция, габаритные и присоединительные размеры клапана наполнения

Технические данные клапанов наполнения приведены в таблице 2.

Клапаны наполнения состоят из следующих основных деталей: корпус 1, цилиндра 4, поршня 7, штока 8, основного клапана 13, седла 10, направляющей клапана 9, фланца 11, вспомогательного клапана 6, седла 5 вспомогательного клапана, пружин 2, 3, манжеты 12.

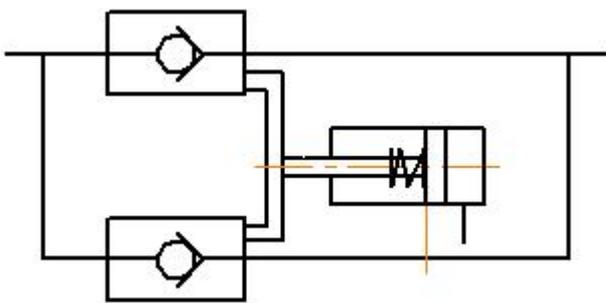
Клапан КНГ – 25/32 отличается от описанных выше клапанов тем, что он не имеет резиновой манжеты 12; уплотнение при установке производится с помощью прокладки из отожженной меди, изготовляемой потребителем.

Клапан работает следующим образом: при подводе давления управления в полость цилиндра 4 начинает перемещаться вниз поршень 7, который действует на хвостовик вспомогательного клапана 6 и открывает его, вследствие чего происходит падение давления в рабочей полости цилиндра пресса. Затем поршень через седло 5 перемещает шток 8, который открывает неподвижно закрепленный на нем основной клапан 13. В конце рабочего хода поршня полости цилиндра соединяется через боковое отверстие с линией управления цилиндром.

При прекращении подачи давления управления основной и вспомогательной клапаны закрываются под действием пружин 2, 3.

Таблица 2

Технические данные клапанов наполнения типа КНГ

Параметры	Типоразмеры			
	КНГ – 5/32	КНГ – 16/32	КНГ – 16/32	КНГ – 25/32
Условное графическое обозначение				
Номинальный поток при подпоре в баке 500 мм масляного столба, л/мин	320	630	1000	1500

Номинальное давление, кгс/см ²	320			
Давление управления, кгс/см ²	25 – 40			10 – 20
Масса, кг	28	55	76	105

*Данные приведены при работе клапанов наполнения на минеральном масле вязкостью 20 – 25 сСт.

Система обозначения

Обозначение по классификатору станкостроения:

КНГ – X/32

КНГ – Клапан наполнения с гидравлическим управлением

X – Номинальный поток, л/мин

5 – 320

10 – 630

16 – 1000

25 – 1500

32 – Номинальное давление – 320 кгс/см²

4.2.2 Монтаж и эксплуатация

Крепление клапанов наполнения всех типоразмеров производится на цилиндры прессов или машин с помощью шпилек и гаек.

Положение при монтаже клапанов только вертикальное.

В качестве рабочей жидкости рекомендуется применять минеральные масла с кинематической вязкостью 10 – 450 сСт. Температура рабочей жидкости 10 – 50° С.

Класс чистоты рабочей жидкости – не грубее 13 по ГОСТ 17216-71, номинальная тонкость фильтрации 25 мкм.

Температура окружающей среды 0 – 50° С.

Рекомендуемые марки масел: турбинное Т₂₂ по ГОСТ 32-74, ВНИИ НП-403 по ГОСТ 16728-71.

Габаритные и присоединительные размеры клапанов наполнения представлены на рис. 17.

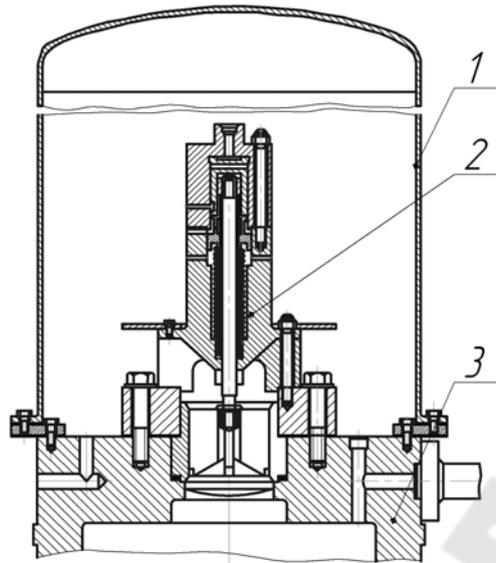


Рис. 19. – Наполнительный бак и клапан: 1 – наполнительный бак; 2 – наполнительный клапан; 3 – рабочий цилиндр

Наполнительный клапан иногда снабжают разгрузочным клапаном небольшого сечения. В результате уменьшается усилие, необходимое для открытия наполнительного клапана, и давление в цилиндре плавно снижается.

4.2.3 Расчет элементов системы наполнения

Проходное сечение наполнительного клапана подсчитывают по заданной скорости холостого хода $v_{x.x}$ и принимаемой скорости v_k потока в проходном сечении наполнительного клапана при его полном открытии

$$f = F \frac{v_{x.x}}{v_{н.к}},$$

где F — площадь рабочего плунжера; $v_{x.x}$ — обычно составляет 300 – 400 мм/с; $v_{н.к} \leq 2 - 3$ м/с, а при отсутствии давления газа на масло $v_{н.к} \leq 1,5$ м/с. Поэтому часто на начальной стадии проектирования принимают для быстроходных прессов $f = 0,2P$.

Клапаны наполнения типа КНР устанавливают вертикально в наполнительном баке и крепят шпильками к цилиндру пресса (рис.3).

В системе управления клапаном предусмотрены два отверстия: для подвода давления управления и для отвода давления в линию управления главным золотником пресса.

Технические данные клапанов типа КНГ:

Давление, кгс/см²:

номинальное 320

управления 25 – 40

Номинальный расход при подпоре в баке 500 мм масляного столба, л/мин:

КНГ-5/320300

КНГ-10/320 600

КНГ-16/320 960

Литература

1. Бирюков, Б.Н. Гидравлическое оборудование для металло-режущих станков. – Москва: Машиностроение, 1979 – 115 с., ил.
2. Герц Е.В. Пневматические устройства и системы в машиностроении / Е.В.Герц, А.И.Кудрявцев, О.В.Ложкин; под ред. Е.В.Герца. – М.: Машиностроение, 1998 – 408 с.
3. Добринский Н.С. Гидравлический привод прессов. М., Машиностроение, 1975. – 222 с ил.
4. Корнилов В.В., Сеницкий В.М. Гидропривод в кузнечно-штамповочном оборудовании: учебное пособие для вузов / Под ред. Н.В.Пасечника. М.: Машиностроение, 2002. 224с.
5. Столбов Л.С., Перова А.Д., Ложкин О.В. Основы гидравлики и гидропривод станков. М., Машиностроение. 1988. – 256 с.: ил.
6. Учебно-метод. пособие "Динамический расчет гидравлических следящих приводов" по дисц. "Теория и проектирование гидропневмоприводов" для студ. спец. Т.05.11 "Гидропневмосист. транспортн. и техн. машин" / В. П. Автушко, М. И. Жилевич, П. Н. Кишкевич и др. - Минск : БГПА, 1998. - 43с.

**Кульгейко Галина Степановна
Головко Иван Николаевич**

ГИДРОПНЕВМОПРИВОДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

**Лабораторный практикум
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы
мобильных и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 11.04.12.

Рег. № 15Е.
E-mail: ic@gstu.by
<http://www.gstu.by>